

ÍNDICE MEMORIA

Índice memoria	1
Agradecimientos	3
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN	4
1.1. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	4
1.1.1. Ventajas y desventajas	5
1.1.2. Tipos de automatización	6
1.1.3. Productividad	7
1.1.4. Sistemas de transporte	8
1.1.5. Conclusiones	9
Capítulo 2: INFRAESTRUCTURA DE EQUIPOS	11
2.1. EL LLENADO	12
2.1.1. Llenado	12
2.1.2. Grafado	15
2.1.3. Taponado	16
2.2. EL ETIQUETADO	18
2.3. EL ESTUCHADO	20
2.3.1. Robocombi	20
2.3.2. Estuchadora	22
2.3.3. Envolvedora	23
2.4. EL ENCAJADO Y PALETIZADO	26
Capítulo 3: EL ENCAJADO	28
3.1. PICK-UP	29
3.2. FORMACIÓN DE CAJAS	35
3.3. CERRADO Y PRECINTADO	39
3.3.1. Cerrado	39
3.3.2. Precintado	42
Capítulo 4: EL PALETIZADO	44
4.1. ETIQUETADO	44
4.2. VOLCADO	45
4.3. PALETIZADO	47

Capítulo 5: TIEMPOS DE PRODUCCIÓN.....	55
Capítulo 6: ÁREAS DE TRABAJO.....	59
Capítulo 7: CONCLUSIONES.....	62
Bibliografía	65

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer el tutelaje del presente proyecto final de carrera a Enric Porta por darme su voto de confianza para la realización del presente proyecto.

A mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado durante todo este tiempo, en especial a mis hermanos Alex y Marc, por su gran apoyo y motivación para la realización del presente proyecto.

A todos mis amigos y compañeros, que me han dado ánimos para realizar el proyecto, en especial a Oscar con el que he compartido muchos buenos momentos durante todos estos años. A Jose y Ricardo por ayudarme en todas mis dudas surgidas durante la realización del proyecto y brindarme sus conocimientos. A mi círculo de amigos que me han dado ánimos y apoyo durante muchísimos años.

Me gustaría poder dedicarle el proyecto a mi gran amigo Sergio Román Guiu que se que me seguirá dando fuerzas y ánimos allá donde esté.

A todos ellos gracias.

Capítulo 1:

INTRODUCCIÓN

Este primer capítulo realiza una breve introducción en el mundo de la automatización industrial, ya que es importante saber las bases y los recursos a los que se pueden recurrir a la hora de automatizar diferentes procesos industriales.

Según el proceso a automatizar se usan diferentes tecnologías, cuyo objetivo común es la optimización del proceso, aumentando la calidad del producto, la flexibilidad y su vez la productividad del producto.

1.1. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Hoy en día existen muchas definiciones diferentes de automatización industrial, pero la más concreta fue expuesta por [Di Frank], en que la define como un conjunto de operaciones automáticas realizadas por un aparato, proceso o sistema que está, controladas por aparatos mecánicos o electrónicos que actúan como los órganos del cuerpo humano.

La automatización puede llegar a ser una estrategia para una empresa, ya que el mercado evoluciona muy deprisa y actúan tres factores: competitividad, calidad y productividad.



Fig.1. Factores de la automatización.

Como cualquier proceso novedoso o tecnología emergente, automatizar procesos industriales conlleva una serie de ventajas y desventajas, que según lo que se quiera automatizar dependerá mucho de la decisión final.

1.1.1.

Ventajas y desventajas

Las ventajas de la automatización industrial fueron expuestas por [Dale] y son las siguientes:

- Aumento de la productividad y consistencia en los productos.
- La automatización genera estabilidad y robustez en el sistema.
- Las tecnologías de automatización no presentan fallos.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles físicamente para el operador humano.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo generar las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Integrar la gestión y producción.

Por el contrario las desventajas de la automatización fueron expuestas por [Thurman]:

- Es un nivel medio de inteligencia, con la suficiente potencia para poder llevar a cabo actividades realizadas por el humano. Este sistema no está capacitado para interactuar con todas las variantes del entorno.
- El software de automatización sólo responde a situaciones previamente establecidas en el diseño. Los sistemas automáticos presentan varios grados de fragilidad en función de la actividad que realizan.
- La automatización es una herramienta englobada dentro del campo de la productividad, que lleva asociada unos costes. Estos costes son muy importantes ya que conllevan la contratación de un personal cualificado que sea capaz de trabajar con las nuevas máquinas.
- La falta de claridad es un factor determinante para desaconsejar la automatización. En muchas ocasiones resulta muy difícil para el operador diferenciar que procesos actúan correctamente y cuáles no, y en caso de producirse un fallo como actuar al respecto.
- La aparición de las islas de automatización, que consisten en la unión de sistemas independientes y parcialmente automatizados para actuar como un solo sistema. La unión entre los sistemas independientes la realiza un ordenador.

1.1.2.

Tipos de automatización

Paralelamente dentro del proceso de automatización se han ido creando una serie de tipos según las exigencias de las empresas. Actualmente los diferentes tipos de automatizaciones que hay son fruto de una serie de investigaciones llevadas por autores diferentes, en que han expuesto sus teorías a medida que investigaban sobre la materia. Los diferentes tipos son los siguientes:

- Automatización **fija**, según [Nitzan], consiste en una fabricación continua del mismo producto, produciendo grandes cantidades del mismo. Posteriormente [Mandado] amplía el estudio de Nitzan y afirma que las restricciones que presentan los equipos de fabricación van a condicionar la secuencia de producción, y presentan las siguientes características:
 1. Es una automatización constituida por una secuencia sencilla de operaciones.
 2. Requiere una gran inversión debido a la demanda de equipos muy especializados.
 3. Posee unos elevados ritmos de producción.
 4. No se adapta a variaciones de la demanda.
- Automatización **programable**, según [Nitzan], realiza la fabricación de pocos productos en pequeñas cantidades y costes bajos, permitiendo una fácil programación y la realización de diferentes tareas. Está dotada de una gran flexibilidad que da lugar a una gran cantidad de información que es controlada por un ordenador. Paralelamente a esta definición de Nitzan, [Mandado] agrega que dicha automatización es adecuada para la fabricación por lotes y no permite realizar cambios en la configuración de los productos, y cuenta con las siguientes características:
 1. Existencia de un periodo previo para la fabricación de los distintos lotes.
 2. Para realizar lotes de productos distintos, se introducen cambios en el programa y en la disposición física de los elementos.
 3. Se realiza una gran inversión en equipos de aplicación general (CNC).
 4. Un ejemplo claro de este tipo de automatización son los PLC's y los robots industriales.
- Automatización **flexible**, según [Mirchandani], nos hace comprender que la base es la flexibilidad de la maquinaria. Ésta está condicionada a una planificación de la producción. La planificación consiste en una secuencia de decisiones donde se ven involucrados varios procesos, entre los cuales destacan una secuencia de trabajo de cada máquina, la rutina de trabajos, etc. [Mandado] también investigó sobre este tipo de automatizaciones y afirma que surge con el objetivo de subsanar algunas de las deficiencias presentadas en las automatizaciones programables. Está capacitada para

producir cambios en los programas y en la relación existente entre los elementos del sistema de fabricación.

- Automatización **integrada**, según [Mandado], afirma que el objetivo de la misma es la integración en el sistema productivo de los distintos tipos de automatización, y presenta las siguientes características:
 1. Se reducen el tamaño de los lotes.
 2. Existe una mayor diversificación del producto en muchos casos superior a la automatización flexible.
 3. Permite agilizar los plazos de entrega del producto.
 4. Su implantación está justificada en procesos de producción discretos y en continuos, por ejemplo las industrias químicas.

1.1.3.

Productividad

Las empresas acceden a la automatización de sus instalaciones para poder ser competitivos con el resto del mercado, ofreciendo la máxima calidad posible, como se ha comentado antes. Actualmente el mercado está en continua competencia, y para poder sobrevivir se necesita una buena productividad.

Para poder llegar a dicha productividad se ha de saber cuándo automatizar, para ello se parte de una serie de puntos a tener en cuenta:

- Cuando la complejidad del proceso es alta.
- Cuando el coste de la mano de obra es alto o su disponibilidad es escasa.
- Cuando se tienen tareas poco dignas (rutinarias, ambientes nocivos, fuerza excesiva...).
- Cuando los volúmenes de producción son altos.

Para mejorar la productividad del proceso se utilizan diferentes tecnologías, capaces de combinarse entre ellas para poder optimizar el proceso para las k han sido diseñadas. Las diferentes tecnologías son las siguientes:

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| a) Neumática. | e) Electrónica. |
| b) Hidráulica. | f) PLC's. |
| c) Robótica. | g) de Computadoras. |
| d) de Comunicaciones. | h) Software. |

Cuando se automatiza un proceso industrial se crea una pirámide de automatización, en la que se muestra gráficamente el peso de cada una de las acciones necesarias que se han de llevar a cabo durante el proceso.



Fig.2. Pirámide de la automatización.

1.1.4.

Sistemas de transporte

Las líneas de producción llevan asociadas un amplio número de maquinaria para poder llegar al producto final. La maquinaria se encarga de realizar una actividad específica dentro del proceso de fabricación. Al estar correlativamente ubicadas en la línea, cada máquina precisa de un tipo de requerimiento del material, para ello el material debe de ser transportado según las metodologías de una fase u otra.

El objetivo de los sistemas de transporte es garantizar la entrada y salida de materiales según los requerimientos de cada máquina a lo largo de todo el proceso de fabricación.

El sistema más usado en las líneas de envasado de colonias son los sistemas de guiado automático, que consisten en:

- Desplazar el material entre las diferentes máquinas que forman la línea de envasado en la posición más óptima.
- Orientar y posicionar la pieza de forma que se optimice el tiempo de producción manteniendo una elevada calidad (sin deformaciones en los materiales).

Según las características de la línea de envasado se puede optar por las siguientes categorías de transporte por guiado automático.

1. Sistemas de transporte continuo: en que el material se mueve a través de la secuencia de producción a una velocidad constante. En el mercado se pueden encontrar diferentes tipos de mecanismos destinados al transporte continuo; *Overhead monorail, Monorail Tow System, in-Floor tow system or inverted monorail*.

2. Sistemas de transporte intermitente: en este caso las estaciones de trabajo se encuentran fijadas, al ser un movimiento intermitente o discontinuo los materiales tienen un ciclo de funcionamiento y otro de estacionamiento. Dichos ciclos están sincronizados entre sí.
3. Sistemas de transporte asíncrono: es el sistema en el que existe una falta de sincronismo entre los materiales de la línea, cada pieza sufre una serie de operaciones independientemente de las demás.



Fig. 3. *Transportador de banda modular.*

1.1.5.

Conclusiones

Una vez estudiado los puntos anteriores podemos concluir una serie de puntos respecto a la automatización de los procesos industriales.

1. Los sistemas de automatización son capaces de realizar tareas difícilmente ejecutables por la mano de obra humana, por medio de sistemas mecánicos o eléctricos.
2. La función es similar a la actuación de las personas.
3. Permite un aumento en la productividad.
4. Permite una disminución en los costes del producto.
5. Aporta robustez y fiabilidad al proceso.
6. Aumenta la competitividad de la empresa en el mercado.
7. Aumenta el índice de calidad de los productos.

8. Reducción del coste unitario del producto gracias a las distintas metodologías de automatización en el transporte y almacenamiento de los materiales, aumentando el control del inventario.
9. Realiza una integración de las distintas fases que componen el sistema de producción, por medio de la organización de la información y el flujo de materiales.

Capítulo 2:

INFRAESTRUCTURA DE EQUIPOS

En el siguiente capítulo se tendrá constancia de toda la maquinaria necesaria para transformar la materia prima en el producto acabado final. Se ha de conocer la gran maquinaria que se precisa para obtener el bote de colonia final, desde el principio de la línea de fabricación hasta el final de la misma, es decir los procesos de encajado y paletizado.

A la hora de automatizar todos los procesos existentes en las líneas rápidas de fabricación de botes de colonias, hay empresas especializadas en exponer soluciones para la correcta automatización de todos los procesos necesarios. En este caso la empresa elegida para automatizar en su totalidad la línea de envasado de los botes de colonias, pasando a ser una línea rápida capaz de llegar a 7200 botes/hora, se llama *Groninger* (ver información de la empresa en la web indicada en la bibliografía).

La línea de envasado se puede dividir en cuatro partes diferentes, según se vayan requiriendo materiales a ensamblar en el bote de colonia. Las diferentes partes son las siguientes:

1. El llenado.
2. El etiquetado.
3. El estuchado.
4. El encajado y paletizado.

2.1. EL LLENADO

La parte del llenado abarca todos los procesos necesarios desde que el pallet contenedor de los botes de colonia vacíos entran en el sistema de transporte y la posterior inserción de los botes en sus respectivos godets. Posteriormente se procede al llenado, la colocación de la bomba, el habellaje (embellecedor del cuello del bote) si es necesario y por último el tapón.

Hay que remarcar que todos los materiales necesarios para la fabricación del bote de colonia, lleva consigo un previo examen y estudio de calidad, verificando la aceptación del departamento de calidad.

Intervienen tres procesos diferentes para obtener el bote de colonia en su totalidad, dichos procesos son los siguientes: llenado, grafado y taponado.

2.1.1.

Llenado

El llenado es la actividad productiva más importante de todo el proceso de producción, ya que es la encargada de llenar cada bote de colonia, con unos niveles de líquido programados anteriormente. Después del llenado se van ensamblando secuencialmente los diferentes accesorios necesarios para obtener el bote de colonia en su totalidad, tal como la bomba, el habellaje y el tapón.

El recorrido que describe el bote en la línea de producción empieza por el almacén, donde vienen en pallets colectivos de 1792 unidades aproximadamente. Una vez que el pallet es depositado en las guías específicas ubicadas al principio de la línea, empieza el proceso de producción de la colonia.

El primer paso es coger las cajas de botes (del pallet) y depositarlas en unas cintas transportadoras ubicadas en la periferia del robot de frascos. El robot de frascos es un robot ABB modelo IRB 7600 (ver ficha técnica del robot en anexos apartado 1.1, e información de la empresa *ABB Robotics* en la web indicada en la bibliografía).

Las pinzas que lleva instaladas el robot de frascos, han sido diseñadas especialmente para que sea capaz de coger una caja con 56 botes aproximadamente, y dejarla encima de la cinta, para poder seguir el camino a la siguiente fase del proceso de producción.



Fig. 4. Ejemplo de pinza de 'material handling'.



Fig. 5. Robot ABB IRB 7600.

A continuación se procede a la impresión del número de lote de fabricación en la base de los mismos. Esta acción es impresa por medio de un láser. La acción es realizada por el robot láser, el cual va provisto de unas pinzas específicas en su cabezal, capaces de coger 14 botellas en cada ciclo de movimiento, y así posicionar los botes en el láser, el cual les imprimirá el número del lote de fabricación. El robot láser es un robot ABB modelo IRB 2400 (ver ficha técnica del robot en anexos apartado 1.2).

Una vez finalizada la impresión del número de lote, el mismo robot láser coloca minuciosamente cada bote en su respectivo godet, el cual ya está en espera y ubicado en la cinta transportadora de banda modular que los conducirá hasta la entrada de la llenadora.



Fig. 6. Robot ABB IRB 2400.

Cada uno de estos robots cuenta con un módulo *IRC5* (ver ficha técnica en anexos apartado 1.4). Los módulos *IRC5* son los controladores de los robots *ABB*. Su control del movimiento, *TrueMove & QuickMove*, es la llave para las prestaciones del movimiento de los robots en términos de precisión, velocidad, tiempo de ciclo, programabilidad y sincronización con dispositivos externos. El *IRC5* cuenta ya con un *PLC* integrado en el controlador del robot, ideal para las aplicaciones de células robotizadas, ofreciendo potentes prestaciones en una única unidad. Combinando la flexibilidad del *PLC* de *ABB*, *AC500* (ver ficha técnica en la web indicada en la bibliografía) con el controlador del robot *IRC5*, esta nueva unidad reduce el coste y el espacio de una cabina separada para el *PLC* y además reduce el tiempo necesario para la puesta en marcha y simplifica la operatividad de las células de producción robotizadas.

Una vez posicionados todos los botes en sus respectivos godets, y pasados los controles pertinentes (para comprobar la correcta impresión del número de lote), se procede al llenado de los botes. La máquina encargada es la *llenadora*.

La llenadora es una máquina preparada para efectuar su función a una velocidad nominal, en este caso 110 botes/min, es decir una velocidad relativamente cómoda. Puede llegar a unas velocidades elevadas de producción, porque la materia prima (líquido de colonia) se encuentra en vacío, es decir en depresión. De esta manera se consigue un llenado controlado y rápido.

Ésta máquina consta de una doble vía de entrada de godets, del tipo *DFV-D*. Cuenta con una serie de sensores fotoeléctricos, para controlar y garantizar un número mínimo de producto en la entrada, y así poner en funcionamiento toda la maquinaria de llenado. Los sensores son de la casa *DATALOGIC* modelo *S3Z* (ver información de la empresa en la página web facilitada en la bibliografía y ficha técnica en anexos apartado 1.5).



Fig. 7. Sensores fotoeléctricos *S3Z*.

El proceso de llenado, para esta máquina en particular, cuenta con tres niveles:

- El primer nivel sirve para preparar el llenado de doce godets, así a la hora de llenar los botes te aseguras siempre una reserva de los mismos.
- El segundo nivel es el de llenado, es decir, cuando los inyectores se introducen en el interior del bote y lo llenan con el nivel deseado.

- Y por último el tercer nivel es el de salida de la llenadora.

Una vez finalizado el nivel de salida, la máquina cuenta con una serie de sensores que hacen un control del nivel de líquido, y si por sucediera un control de 'cuello roto', que consta en verificar que el bote no se haya roto o astillado en el llenado. Si en uno de éstos controles da negativo, el godet junto con el bote es rechazado automáticamente para no entorpecer el ritmo de fabricación establecido.



Fig. 8. Esquema de llenado.

2.1.2.

Grafado

El siguiente proceso en la línea es el grafado, que consiste en una máquina (grafadora) cuya función es fijar la bomba en el cuello del bote. Para conseguir un buen grafado, la máquina divide el proceso en dos partes, se podría decir que la primera consiste en el posicionamiento de la bomba en el interior del bote lleno de líquido, y la segunda sería la parte del grafado en sí.

La bomba tiene un recorrido antes de ser introducida en el bote, primeramente se alimentan dos tolvas con las que se garantiza un número mínimo en el suministro de bombas en la línea. Éstas vienen encajadas y precintadas desde un proveedor exterior a la empresa. Después de la tolva las bombas pasan por los alimentadores de los revólveres (un alimentador por cada tolva), estos alimentadores transportan las bombas por vibración, es decir, las bombas atraviesan las guías de los alimentadores y gracias a la vibración y una cierta inclinación llegan ágilmente a los revólveres.

La función del revólver en la línea es la colocación de bombas ininterrumpidamente en el interior de los botes, el funcionamiento es relativamente sencillo, tiene tres pestañas que controladas por un servo van cogiendo y colocando las bombas en los botes.

Una vez introducidas las bombas, pasan a ser grafadas, es decir, selladas herméticamente al cuello de la botella, de ésta manera se evitan pérdidas de líquido y se garantiza un buen sellado. Para tener un buen control del grafado,

periódicamente se hacen pruebas en los botes, introduciéndolos en una máquina generadora de vacío para comprobar que no haya pérdidas en los botes, y así evitarse el rechazo.

La grafadora cuenta con dos revólveres y dos brazos que sellan las bombas en el bote, y así conseguir un buen ritmo de producción garantizando una correcta fluidez de botes en toda la línea. Ésta fluidez se consigue poniendo en la entrada y salida de la máquina sensores fotoeléctricos (idénticos a los sensores instalados en las entradas y salidas de la llenadora) para garantizar el número mínimo de botes en línea.

2.1.3.

Taponado

El proceso del taponado puede contener dos partes muy similares, una de ellas es la colocación del habellaje en el cuello de la botella, que simplemente es un adorno, un complemento estético. Dependiendo de la cantidad de botes en cada lote de fabricación se puede optar o no, de la colocación del habellaje en todos los botes de colonia. Y por otra parte la colocación del tapón en cada uno de los botes que se encuentren en el interior de las cintas transportadoras pertenecientes a la máquina.

Al tener una gran similitud de funcionamiento, la colocación del habellaje y el tapón, estas dos acciones se engloban en una misma máquina. Con ello sólo será necesario contar con un sensor fotoeléctrico a la entrada y la salida del conjunto de máquinas, para así controlar la fluidez de los botes de colonia y garantizar una entrada mínima de godets en el interior de la máquina.

El único aspecto diferenciable entre las dos actividades ejercidas por la máquina es la alimentación para el ensamblado del habellaje y el tapón.

La alimentación del habellaje es idéntica a la alimentación de las bombas en la grafadora, la diferencia notable es que en vez de usar la vibración de los alimentadores, es una cinta transportadora con paredes ajustables que hacen la función de guías, amoldándose a las cotas del habellaje. El habellaje es puesto en el bote a presión, es decir, que al posicionarse en la parte superior del bote, la máquina prensa el habellaje en el cuello del bote.

La alimentación de los tapones es más compleja, ya que han de ir posicionados de una forma específica para no entorpecer el ritmo de fabricación. Dependiendo del formato del bote de colonia, existen dos vías para alimentar la taponadora, pero con un elemento común que es un robot ABB modelo IRB 1600 (ver ficha técnica en anexos apartado 1.3):

1. La primera vía consta de un almacén con diferentes niveles, los cuales están abastecidos de cajas llenas de tapones, las cajas van pasando por una cinta transportadora hasta llegar al alcance del robot IRB 1600, el cual con sus pinzas va cogiendo los tapones de las cajas y los va depositando en dos alimentadores ininterrumpidamente en la ubicación deseada. Seguidamente llegan los tapones a la taponadora, y realiza el prensado de los tapones en el bote, es decir, que la colocación de los tapones es a presión.

2. La segunda vía de alimentación de tapones consta de una tolva, la cual es abastecida por encima de un nivel mínimo por un operario. De la tolva pasan a ser transportados por una cinta de transporte hasta el alcance de las pinzas del IRB 1600, el cual repite la misma acción que la primera vía de alimentación y posteriormente la taponadora coloca a presión los tapones en los botes de colonia.



Fig. 9. Robot ABB IRB 1600.

Para garantizar un buen posicionamiento del habellaje y los tapones, la máquina cuenta con una serie de sensores para ofrecer un control sobre los botes de colonia. Si en alguno de los controles se da un bote con una mala colocación de los diferentes elementos, este es rechazado automáticamente de la línea para evitar tiempos improductivos a la hora de retirar los botes rechazados por un operario.

El conjunto de máquinas que hacen posible la colocación del habellaje y el tapón en los botes ocupa un espacio aproximado de $37,02 \text{ m}^2$.

Para la obtención del espacio aproximado se ha tenido en cuenta cada máquina descrita anteriormente, se ha hecho una medición aproximada del espacio que ocupa,

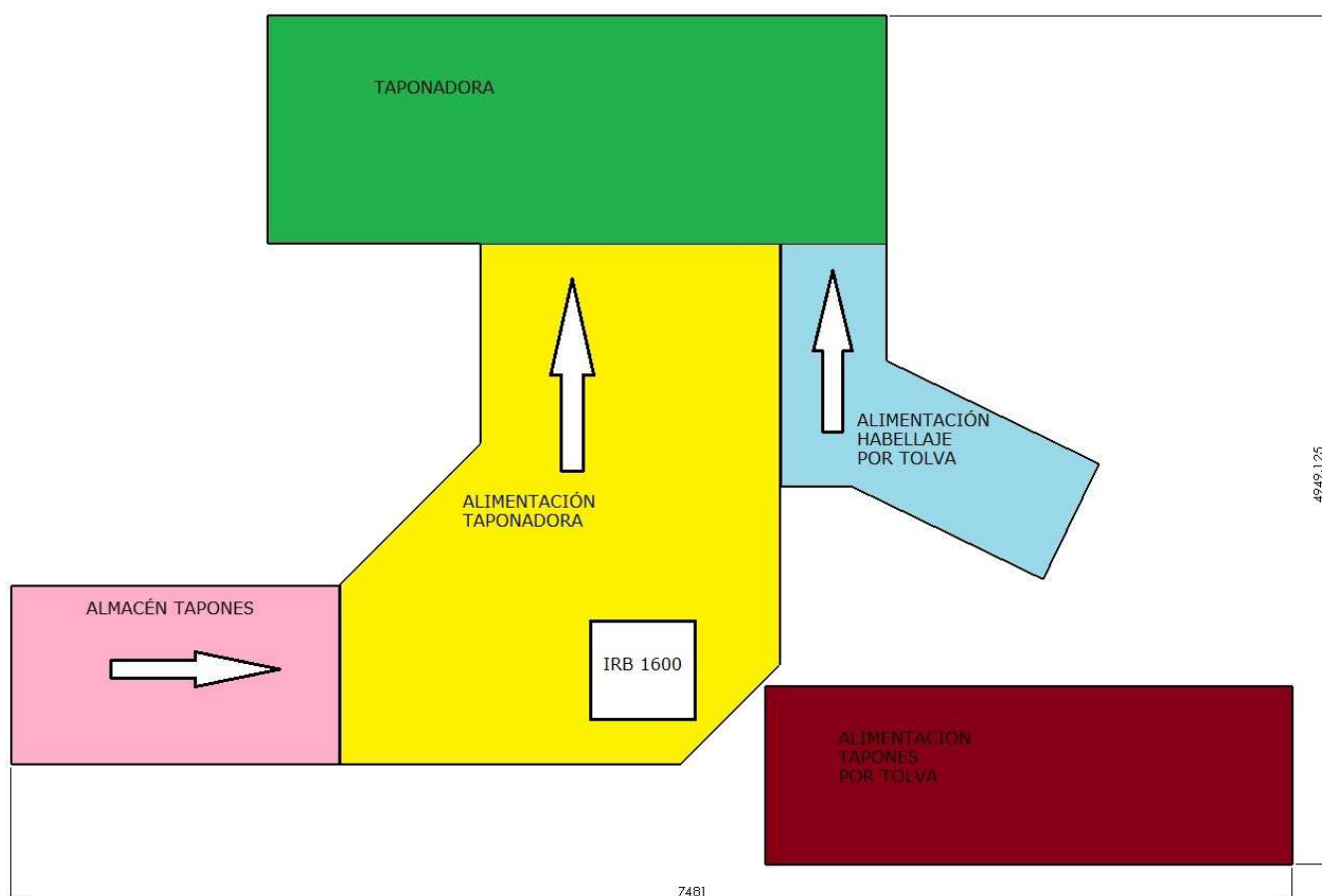


Fig. 10. Esquema del proceso del taponado.

2.2. EL ETIQUETADO

El etiquetado es la parte intermedia en el proceso de fabricación, ya que el material que le entra es el bote ya ensamblado, es decir, al salir del taponado se puede verificar que el bote ya está finalizado. En éste instante cada bote que pase a ser etiquetado, cumple ya con las exigencias de calidad necesarias.

La máquina elegida para el etiquetado, ha sido desarrollada por la empresa *Marchesini Group* (ver información de la empresa en la web facilitada en la bibliografía), empresa italiana que ofrece soluciones industriales para la automatización de procesos industriales. El modelo elegido para desarrollar la función del etiquetado es el siguiente: Neri RA800. Éste tipo de etiquetadoras son las ideales para una línea de producción rápida, dado que ha sido especialmente desarrollada para la cosmética y el mercado farmacéutico. El fabricante asegura una garantía en la alta precisión a la hora de etiquetar en una o ambas caras de las botellas con superficie ovalada.

Dicha máquina presenta las características siguientes:

- Tiene una máxima flexibilidad y ergonomía.

- Tiene unas dimensiones de 3400x1860 mm.
- Da la posibilidad de instalar motores sin escobillas y conseguir la rotación del transportador placa (donde van encajados los godets), para garantizar una flexibilidad muy elevada.
- Lleva integrado un sistema de orientación del producto mediante una fotocélula instalado en el cilindro, para garantizar un fiable proceso de etiquetado.
- Tiene un control de altura innovador que ofrece una precisión máxima de etiquetado para productos de varios tamaños.

Para una correcta estampación de las etiquetas en los botes, estos han sido girados 90º por medio de dos sinfines, cuya función es redireccionar los godets y así prepararlos antes de llegar a la entrada de la etiquetadora. El conjunto de sinfines tienen unas dimensiones específicas, para que en el mínimo espacio posible consigan su objetivo.

A la entrada de la etiquetadora se instalan sensores fotoeléctricos para controlar el flujo de godets y así garantizar el número mínimos de godets para empezar el proceso de etiquetado.

Se pueden presentar problemas a la hora de etiquetar los botes, ya que la velocidad global de la máquina es elevada. Previamente al etiquetado la Neri RA800 por medio de un software interno es capaz de calibrar la posición de las etiquetas en los botes con precisiones próximas a las décimas de milímetros.

La etiquetadora Neri RA800 lleva instalado el sistema *PharmaSpec*, un sistema de inspección del producto por medio del control de cámaras. El sistema puede incorporar hasta tres cámaras:

- La primera tiene la función de comprobar la posición de llegada para verificar la orientación del bote antes del etiquetado.
- La segunda y tercera cámara tienen como objetivo comprobar la conformidad de los etiquetados realizados.

Dependiendo de los datos recogidos por la segunda y tercera cámara del sistema *PharmaSpec*, los botes de colonia son aceptados o rechazados según los valores de calibración establecidos anteriormente.

Una de las características principales de la etiquetadora es un sistema de baja ionización para eliminar la electricidad estática del 'labelsreel', que pueden ser generados durante los cambios de formato y tiempos improductivos que se puedan generar durante el proceso de etiquetado.



Fig. 11. *Etiquetadora Marchesini Group modelo Neri RA800.*

2.3. EL ESTUCHADO

El estuchado es el proceso que abarca todas las acciones desde que el bote de colonia es separado del godet y entra en el encajado. Para ello se ha de contar con la ayuda de ciertas máquinas, que una vez coordinadas y conectadas en serie las unas de las otras ofrecen un trabajo eficaz, flexible y ergonómico.

El conjunto de máquinas que hacen posible todo el proceso del estuchado son las siguientes:

1. Robocombi.
2. Estuchadora.
3. Envolvedora.

2.3.1.

Robocombi

El robocombi es un sistema utilizado tanto en las empresas farmacéuticas como las empresas cosméticas. Este sistema ofrece un ritmo de trabajo elevado y de gran precisión, y a la hora de automatizar es un elemento a tener muy en cuenta.

La función que tiene en la línea de envasado es la de separar los godets de las botellas, e introducir los botes en la entrada de la estuchadora. El robocombi es un sistema de tres ejes ideado para recoger los paquetes/botes para alimentar la entrada de la estuchadora, garantizando un tiempo de cambio muy rápido.

Presenta una gran flexibilidad ya que las pinzas se adaptan a cualquier producto deseado, ya sean botes de colonias, blisters (enfocado a las empresas farmacéuticas), tubos de productos cosméticos o farmacéuticos, etc.

El trabajo que ofrece es un trabajo continuo, y automáticamente se sincroniza con la cadena de alimentación de la estuchadora.

Para que sea posible la separación de los botes y los godets, las pinzas del robocombi y los godets han de tener un diseño el cual no entorpezca al ritmo de trabajo, es decir, las pinzas del robocombi agarra los botes por dos partes:

- La base del bote.
- El cuello del bote.

Los godets han de tener un diseño capaz de garantizar que las pinzas del robocombi puedan agarrar el bote sin obstáculos. Para ello el diseño de un godet está cortado por su parte inferior, es un corte lo suficientemente grande para que puedan entrar las varillas del robocombi.

Como ya se ha dicho, la función del robocombi es alimentar la entrada de la estuchadora, la estuchadora requiere que los botes sean colocados horizontalmente, para conseguir esa horizontalidad deseada, por medio de uno de los ejes del robocombi es capaz de colocarlos en la posición deseada.

Todos los godets que son separados de los botes tienen una larga cinta transportadora que los conducirá por toda la línea de envasado hasta llegar de nuevo a las cintas del robot láser, y así volver a hacer el proceso explicado anteriormente.

Al ser la entrada de la estuchadora, el robocombi cuenta con sensores fotoeléctricos en la cinta transportadora de entrada, es decir, sino le llegan un número mínimo de botes no empezará su labor, y de la misma forma la estuchadora quedará inutilizada hasta que haya un buen flujo de botes de colonia.

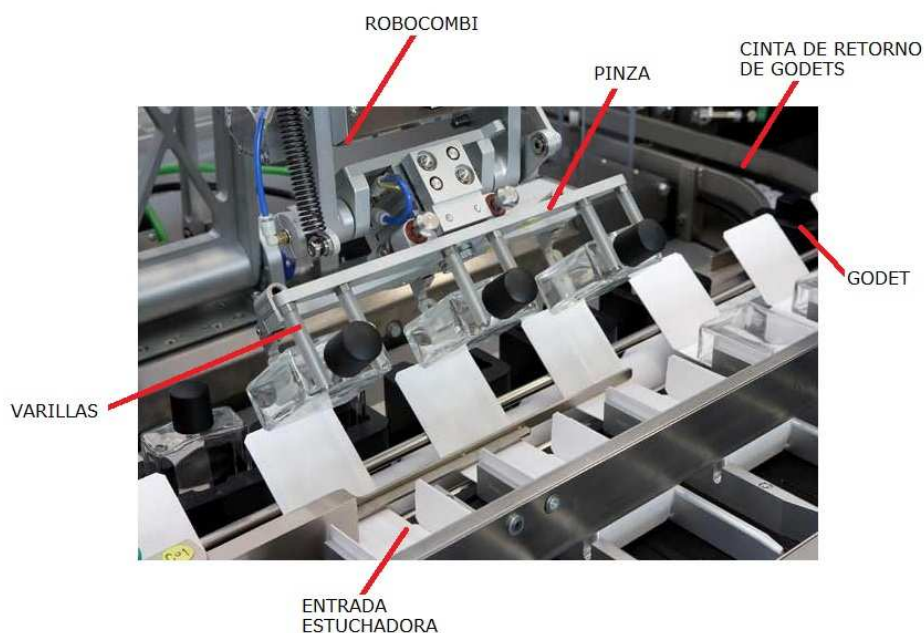


Fig. 12. Esquema del Robocombi.

2.3.2.

Estuchadora

El proceso del estuchado es un proceso importante en la línea, ya que se ha de precisar de la maquinaria idónea para realizar dicha función. Se necesita una máquina eficaz y capaz de soportar grandes ritmos de producción garantizando un trabajo bien hecho.

Se ha elegido la estuchadora de la empresa *Marchesini Group* modelo MA255 (ver ficha técnica en anexos apartado 1.6).

Esta máquina utiliza un movimiento horizontal continuo diseñado entorno a tres conceptos básicos: la versatilidad, la ergonomía y la máxima eficiencia. Dadas sus características es la solución ideal para el envasado de productos tanto farmacéuticos como cosméticos. La máquina está hecha enteramente con la construcción de balcón (voladizo).

El producto es introducido en las cajas de forma continuada por medio de dos pulsadores ubicados frente al operador, capaces de hacer dos inserciones al mismo tiempo. Los dos pulsadores se activan de forma independiente, lo que hace posible la acción individual o conjunta de los empujadores.

El rendimiento mecánico es de 200 piezas/min.

A continuación se exponen las características de la máquina MA255 de acuerdo con la información proporcionada de *Marchesini Group*:

- Balcón de construcción de acuerdo con las normas *GMP*.
- Grupos de alimentación en posición ergonómica, con el fin de dar facilidades y comodidades al operario a la hora de recargar las cajas para ser estuchadas.
- Todo el mecanismo de arrastre se encuentra en baño de aceite para reducir el mantenimiento y el nivel de ruido de la máquina.
- Cambio de formato fácil y rápido, con gran accesibilidad para el operario.
- Panel de control con pantalla táctil para la interfaz del operador y gestión de la máquina.
- Autodiagnóstico y funciones de ayuda.
- La posibilidad de la instalación de un alimentador automático de pre-doblado, o una unidad *GUK* (opcional), con facilidades para el acceso del operario.
- Ofrece una amplia selección de sistemas de codificación: estampado, inyección de tinta, láser, etc. (opcional).



Fig. 13. Estuchadora Marchesini Group modelo MA255.

2.3.3.

Envolvedora

La envolvedora es la máquina encargada de envolver todos los estuches ya acabados que salen de la estuchadora. Es el penúltimo paso antes de que el producto sea encajado y paletizado.

Se ha elegido una envolvedora de la empresa *Marchesini Group* modelo MF910 MINI (ver ficha técnica en anexos apartado 1.7), esta máquina es un 'overwrapper' automático adecuado para cotejar cajas, cartones u otros productos en una forma regular (forma prismática) sola o combinada y envolverlos en una envoltura de seis lados con unos pliegues laterales de sobre. Es importante remarcar la posibilidad de envolver estuches de forma individual o colectiva, es decir, que según sea el formato del estuche, la *MF910 MINI* puede envolver hasta tres estuches en un mismo ciclo de trabajo. En nuestro caso particular se envolverán tres estuches en cada ciclo.

La máquina utiliza material termoestable como por ejemplo el polipropileno recubierto. El diseño está compuesto por una estructura básica y en voladizo (estructura de balcón).

Cada movimiento de la máquina se logra por el motor sin escobillas e interacción conjunta del PC controlador. Los ajustes necesarios para los cambios de formato,

y calibrar la máquina a un formato específico se hacen a través de servomotores, de la entrada en el PC y posteriormente al tener todos los valores establecidos la máquina los ejecuta de forma automática.

Las temperaturas de los selladores se ajustan con el panel de control del operador y también dependiendo del tamaño de celofán que se utilice. El cambio de formato conlleva una serie de calibrados que requieren un mínimo de herramientas, para poder ajustar las guías de los estuches y otros parámetros. Para el cambio del celofán incorpora un carrete extraíble (tipo telescópica) situado en el lado del operador para facilitar su manipulación y su sustitución.

La máquina es capaz de hacer una reversión de la envoltura del material del rollo colocado en línea, en referencia a la dirección del flujo del producto. Deja los productos centrados en los cazadores para obtener un sello de punto en la misma posición en todos los paquetes.



Fig. 14. *Envolvedora Marchesini Group modelo MF910 MINI.*

Como viene siendo habitual en las entradas de las máquinas, la envolvedora también cuenta con un juego de sensores fotoeléctricos para controlar y garantizar un número mínimo de estuches en la entrada de la envolvedora.

Al ser una máquina capaz de envolver productos de forma combinada, normalmente se envuelven combinaciones de tres estuches, es decir, uno encima del otro. Al ser precedida por una estuchadora horizontal, los estuches le entren de manera horizontal, de ésta forma es más fácil combinarlos entre ellos.

El celofán utilizado tiene una anchura de 120mm suficientes para poder envolver los tres estuches en cada ciclo. Se elige esta envergadura porque se han de dejar márgenes para poder asegurar y garantizar un sellado en forma de sobre correcto. La anchura del celofán se obtiene de sumar el perímetro del estuche y sumándole el margen dicho anteriormente.

$$70\text{mm} + (10) + 30\text{mm} + (10) = 120\text{mm} \quad (1)$$

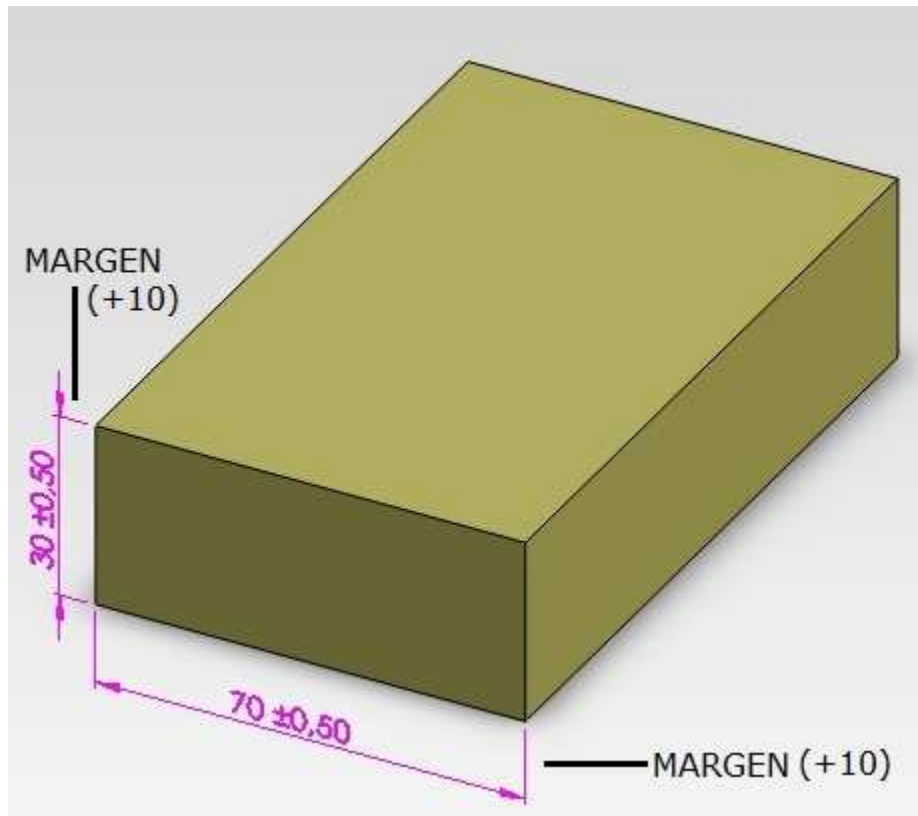


Fig. 15. Esquema del estuche y medidas del celofán.

Una vez sale el conjunto de tres estuches de la envolvedora, es etiquetado antes de entrar en la encajadora. Con este etiquetado se obtiene más información y control del producto fabricado.

En este caso se precisa una etiquetadora que sea capaz de seguir un alto ritmo de trabajo, ya que ha de garantizar una impresión continua de etiquetas y un buen pegado en la superficie del producto entrante. La etiquetadora más común en este tipo de líneas rápidas de fabricación es de la empresa *Marchesini Group* modelo *NERI SL300/V*.

2.4. EL ENCAJADO Y PALETIZADO

El encajado y paletizado en la línea de envasado de colonias es la última fase para dar por concluido el producto, es decir, que una vez salido de este proceso el producto puede ser almacenado en pallets y posteriormente ser comercializado al mercado.

El encajado y paletizado es el objeto del presente proyecto, y consta en dar a conocer todas las ventajas que puede ofrecer a la empresa la implantación de una máquina automática capaz de encajar y paletizar de una manera rápida, flexible y efectiva. En este caso se ha elegido una máquina que cumple con los requisitos para este tipo de líneas de producción, y es de la empresa *Marchesini Group* modelo MCP 840 (ver ficha técnica en anexos apartado 1.8).

La peculiaridad de ésta máquina es que encaja los estuches de forma horizontal, cuando la gran mayoría de máquinas del mercado lo hacen de forma vertical. El hecho de que se haga horizontalmente agiliza el proceso del encajado, porque no se va modificando la posición (horizontal/vertical) de los estuches en todo el recorrido que va desde la salida de la estuchadora hasta la entrada de la MCP 840.

La máquina es una encajadora de cajas y paletizadora de las mismas que se reúne en único compacto, monobloque de las operaciones de encajado de los estuches y posteriormente su paletización. Es compacta, ergonómica, fiable, resistente, innovadora y versátil gracias a la utilización de soluciones robotizadas que mejoran significativamente el rendimiento en términos de velocidad y flexibilidad.

La operación de paletizado se gestiona a través del robot *Gigacombi*, que ofrece un alto rendimiento y es un dispositivo extremadamente versátil. La versatilidad del Gigacombi es debida al cabezal del robot, ya que se puede adecuar a los diferentes tipos de cajas, según convenga al producto encajado. Gracias a una versión dedicada, permite el uso de dos estaciones al mismo tiempo, mientras una estación está en funcionamiento, la plataforma se puede cambiar en el otro. Ofrece un amplio abanico de opciones disponibles, para una amplia gama de personalizaciones:

- Posibilidad de instalación de impresoras y etiquetadoras.
- Lectores de códigos de barras.
- Básculas de verificación.

Todas las operaciones de la MCP 840 son totalmente automatizadas, cuenta con motores sin escobillas (servomotores) controlados por un *PC 677 Siemens* (ver ficha técnica en anexos apartado 1.9).



Fig. 16. Encajadora y paletizadora Marchesini Group modelo MCP 840.



Fig. 17. Gigacombi de la empresa Marchesini Group.

Capítulo 3:

EL ENCAJADO

El encajado es el proceso que consiste en la introducción de los estuches previamente envueltos dentro de cajas de cartón normalizadas para su posterior paletización.

La máquina explicada brevemente en el apartado anterior (2.4) es la encargada de hacer esta operación. En el presente capítulo se centrará en explicar de manera más profunda el proceso del encajado, todos los pasos previos y las herramientas necesarias para poder formar las cajas de cartón y llenarlas con los estuches.

Se puede dividir el proceso del encajado en dos pasos, necesarios para tener una buena coordinación y ritmo de trabajo:

- El primer paso sería la formación de las cajas de cartón y la colocación de las mismas para poder ser llenadas con los estuches contenedores de los botes de colonia.
- El segundo paso es la colocación de los estuches de una manera rápida y ordenada para poder ser introducidos en las cajas de cartón.

Es indiferente concienciarse de los pasos mostrados anteriormente, ya que son pasos que se hacen en el mismo momento. Cuando acaba la acción de formar la caja de cartón los estuches ya están listos para ser introducidos, y de la misma forma, cuando empieza el paso de la colocación de los estuches para poder ser encajados, la caja de cartón ya está formada y a la espera de que el empujador introduzca en su interior todos los estuches.

Se ha de tener en cuenta que para que todo este proceso de formar la caja y agrupar los estuches para ser encajados, requieren una serie de sensores para que por medio del PC 677 de Siemens (PLC interno de la máquina) pueda sincronizar todos los movimientos de las herramientas necesarias para poder llevar a cabo este proceso. Del mismo modo que se precisan sensores también

es necesaria una instalación de aire comprimido para poder crear vacío en las ventosas del *Pick-up* y así poder formar el conjunto de estuches. De la misma forma que el pick-up precisa de una instalación de vacío, el mecanismo encargado de la formación de las cajas también precisa una instalación de vacío.

La creación del vacío es indispensable para poder tener operativas las ventosas del pick-up y el mecanismo de la formación de las cajas. Para obtener un correcto vacío son necesarias las incorporaciones a la instalación neumática de un *venturi* y un *vacuómetro*. El venturi se utiliza para acelerar el flujo de aire y así asegurar un buen vacío antes de llegar a las ventosas del pick-up, o de la misma forma a las ventosas del mecanismo formador de cajas, y por otra parte el vacuómetro se utiliza para medir en todo momento la cantidad de vacío que emite el venturi, y así poder calibrar la presión de aire idónea para poder realizar dichos procesos.

3.1. PICK-UP

El Pick-up es el dispositivo encargado de tomar los estuches que lleguen a la entrada de la encajadora. Hay que tener en cuenta que el dispositivo de toma (elemento donde van instaladas las ventosas) puede adoptar diferentes formas según el formato del estuche, es decir, que según las dimensiones del estuche a tomar y el peso total del producto encajado y envuelto, afectarán al diseño del dispositivo de toma del pick-up.

Es importante saber la ubicación de los estuches que salen de la envolvedora. Al saber que la envolvedora los junta en un pack de tres, es necesario nombrar las caras del pack para así saber la ubicación de los estuches en cada momento.

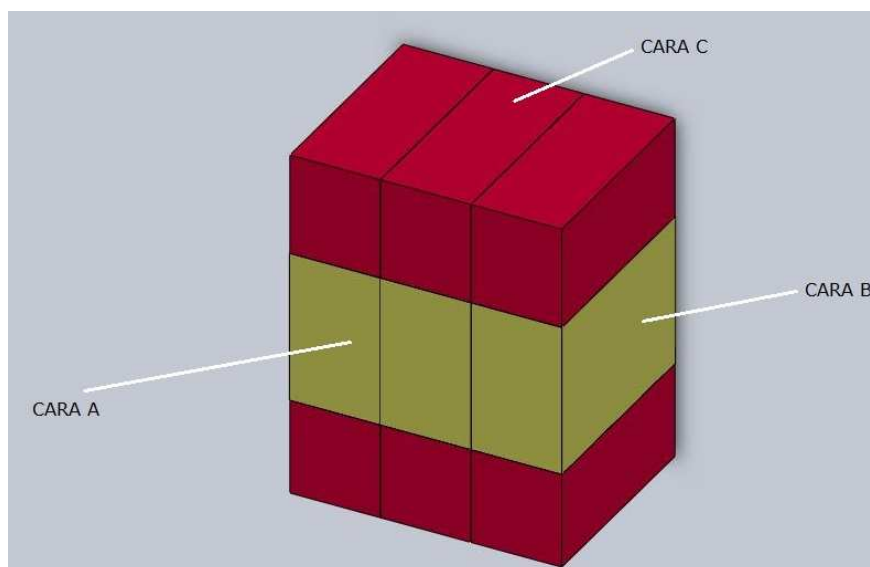


Fig. 18. Esquema de las caras del pack de tres estuches.

Los estuches entraran a la encajadora por la cara B, que será la que toque en el tope colocado a fin de situar la cara A justo debajo del dispositivo de toma del pick-up.

Todo el conjunto que hace posible la toma de los estuches está formado por el pick-up y un carro, el cual hace posible los movimientos horizontales y verticales. Con ello garantizamos el control completo de los dos grados de libertad del mecanismo. El encargado de los movimientos horizontales es el carro, y los movimientos verticales el pick-up, que está anclado a la estructura del carro, para que todo el conjunto se mueva a la vez. Para conseguir el movimiento horizontal el carro, se precisa una correa de mando movida por un servo, controlado por el PC 677 de la máquina.

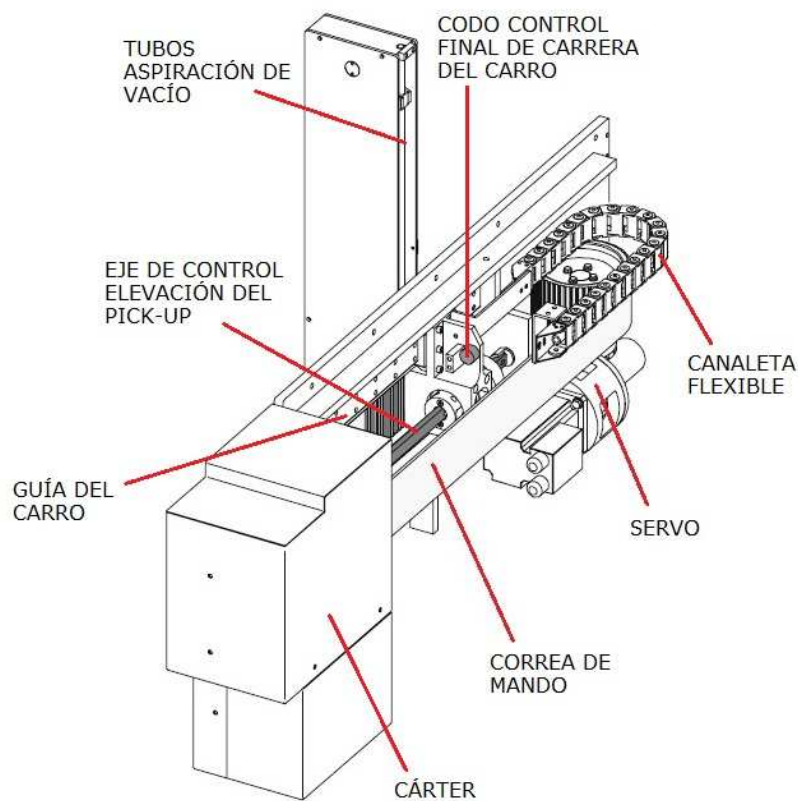


Fig. 19. Carro del pick-up, movimiento horizontal.

El movimiento vertical del pick-up, está accionado por una correa colocada al final del carro. Esta correa está accionada por un servo, controlado por el PC 677 y cuenta con una ranura de lectura para poder ubicar la altura exacta a cada producto. La lectura de la ranura la realiza una célula fotoeléctrica, que es la encargada de enviar la señal de la posición del pick-up en todo momento al PC 677 y así coordinar todos los movimientos del proceso.

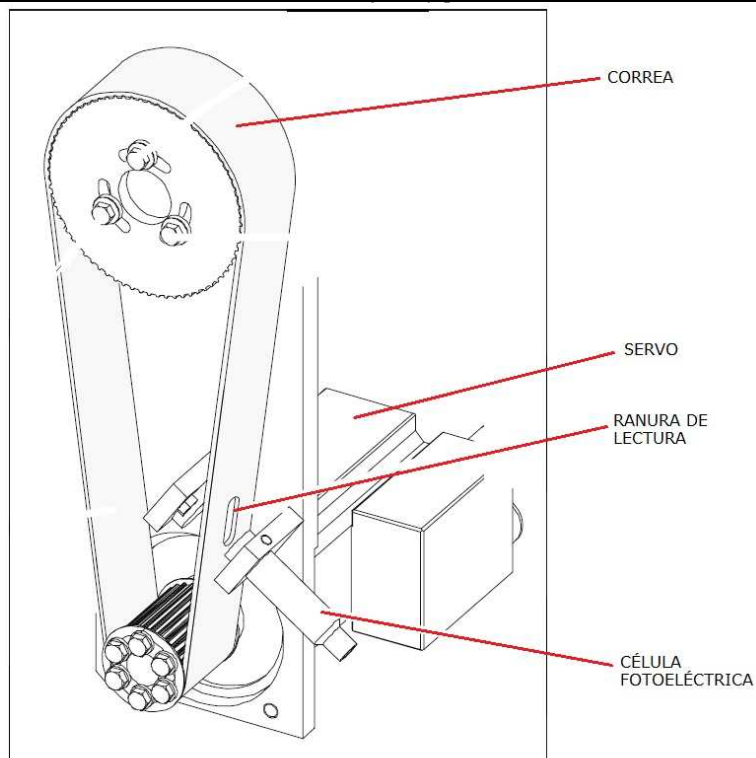


Fig. 20. Dispositivo movimiento vertical del pick-up.

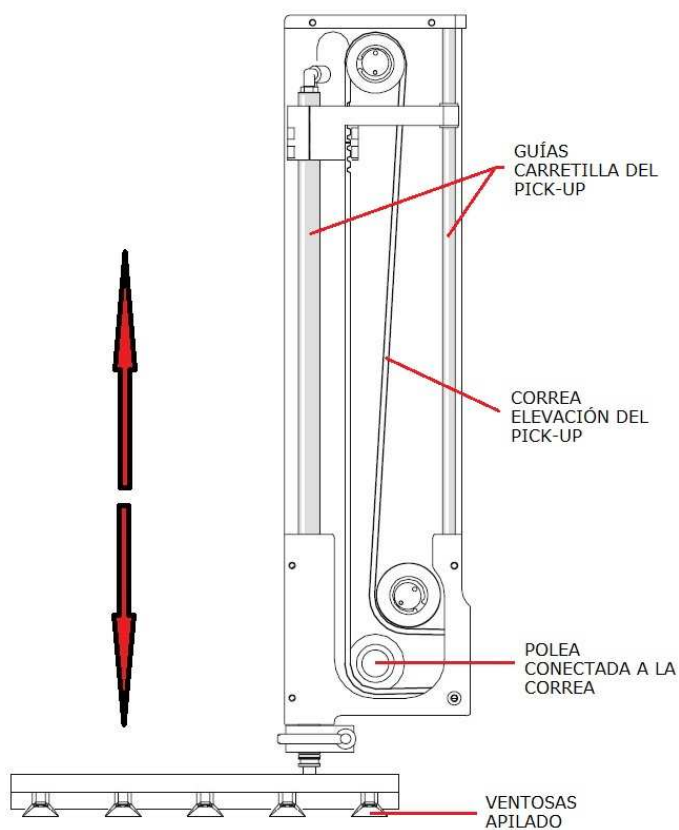


Fig. 21. Esquema movimiento vertical del pick-up.

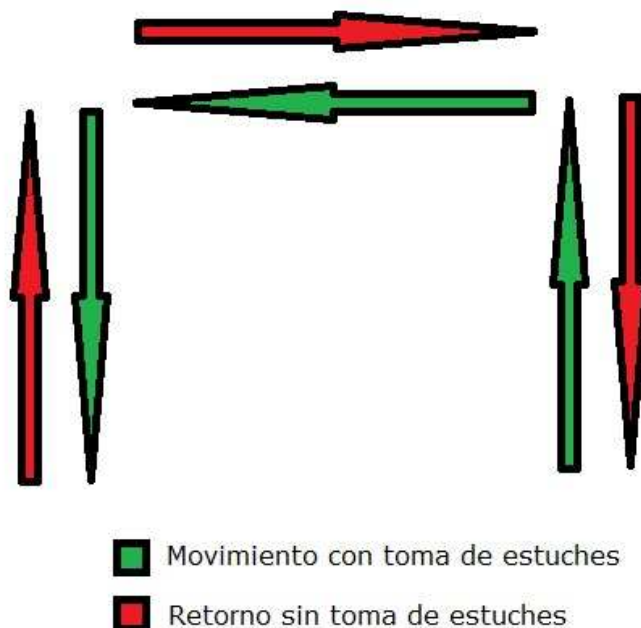


Fig. 22. Esquema del movimiento horizontal y vertical del pick-up.

Para este tipo de formato de estuches, la toma del pick-up está diseñada para tomar dos conjuntos de estuches en cada ciclo de trabajo, es decir, que cogerá un total de seis estuches para ser encajados. La caja contendrá un total de doce estuches en su interior, para ello necesita colocar un total de dos ciclos de trabajo para poder llenar la caja en su totalidad.

Para preparar los doce estuches antes de ser encajados se precisan de una serie de piezas necesarias para la correcta preparación de los mismos, estas piezas son las siguientes:

- La tolva.
- La placa.
- El estratificador.
- El empujador.
- El embudo.

Estos cinco elementos son los que hacen posible el proceso de encajado, manteniendo a parte la otra fase de formación de la caja de cartón.

El proceso de colocación de los estuches se hace siempre de la misma manera, es decir, es un ciclo repetitivo. El proceso empieza con la llegada del pack de tres estuches a la entrada de la encajadora, una vez detectado por los diferentes sensores de posición, el PC 677 empieza a dirigir todo el proceso, coordinando todas sus piezas mecánicamente. El ciclo empieza cuando el dispositivo de toma

coge los estuches y los coloca dentro de la tolva, cuya función es la de encuadrar los packs de estuches cogidos por el pick-up y así garantizar una buena posición de los estuches para su posterior encajado. La placa hace de tope para los estuches, junto con el estratificador. La función de la placa es proporcionar un apoyo a los estuches que va tomando el pick-up antes de ser introducidos en las cajas. El estratificador es la pieza encargada de bajar los estuches a un nivel inferior, es decir, los pone a nivel del embudo y la caja. Una vez el conjunto de los cuatro packs de estuches estén listos para ser encajados, el empujador empuja los packs por el interior del embudo hasta que se introduzcan en el interior de la caja.

La función de la placa en algunos casos es evitable, ya que a velocidades medias, da tiempo a que el estratificador baje y vuelva a subir, ahorrando así la función de la placa. En cambio a altas velocidades de producción es cuando la placa juega un papel importante, mientras el estratificador baja de nivel los estuches para ser encajados, la placa actúa y empieza a recibir los estuches del pick-up, de ese modo cuando el estratificador vuelve a subir los estuches ya están listos para volver a ser bajados al nivel del embudo y ser empujados hasta llenar la caja.

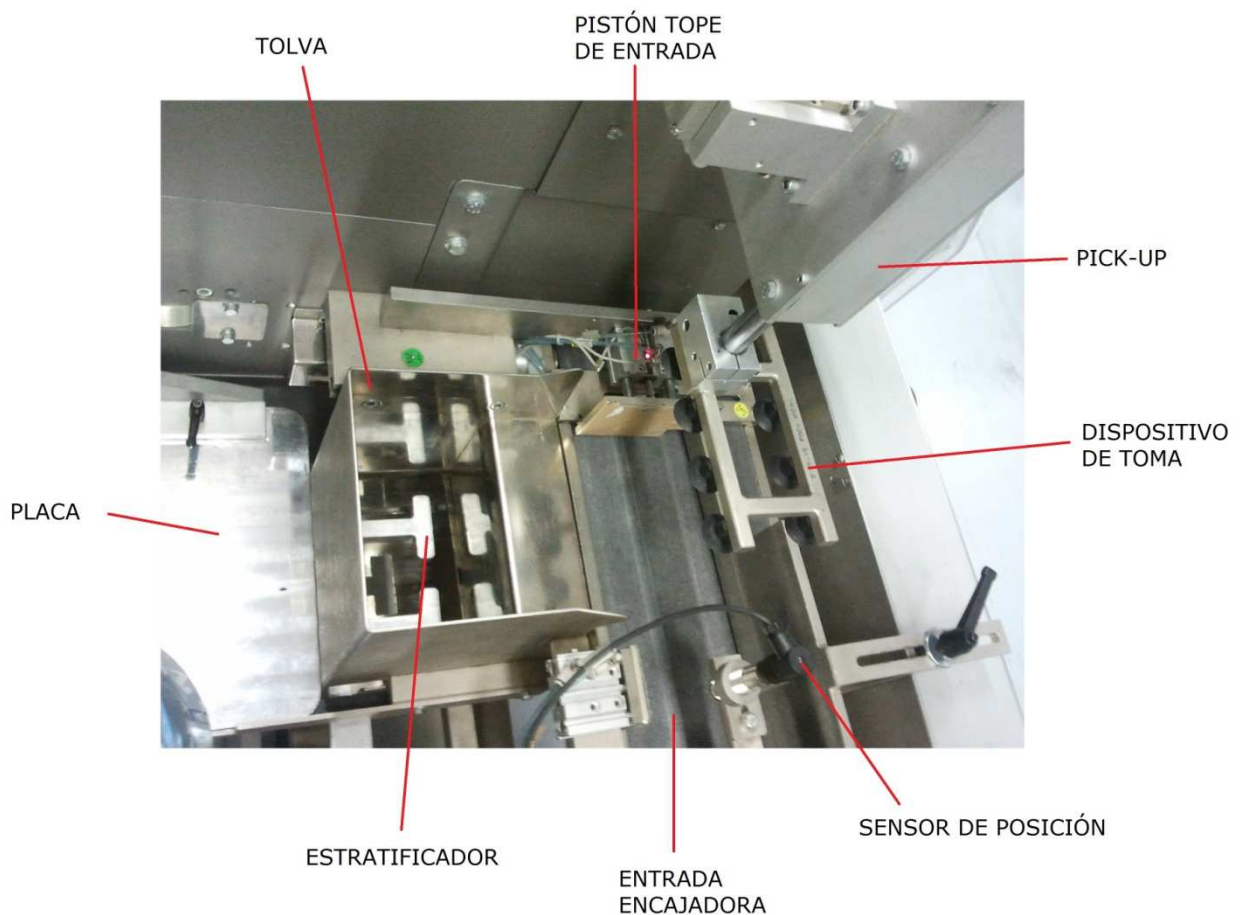


Fig. 23. Ilustración de las piezas para la colocación de los estuches.

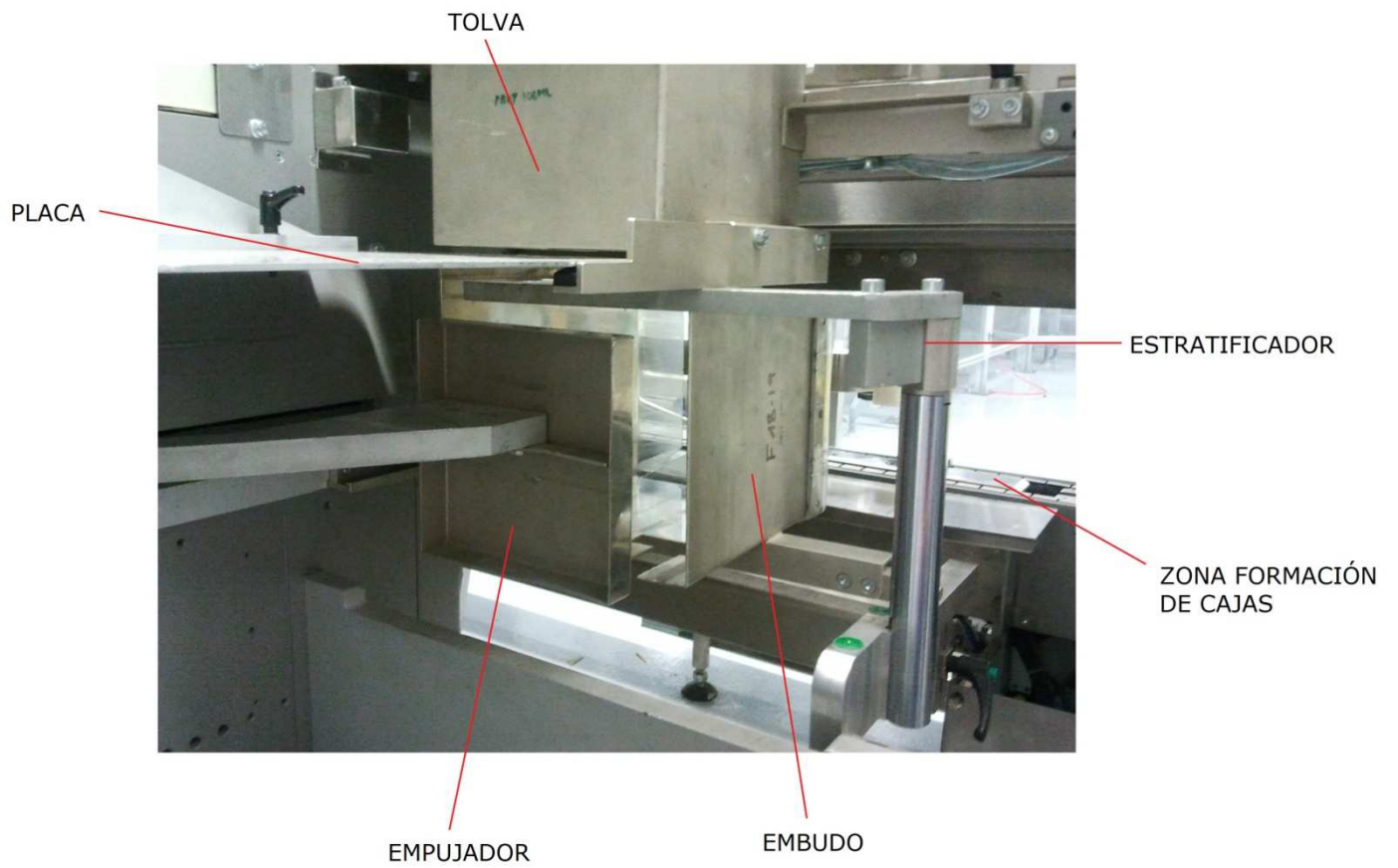


Fig. 24. Ilustración de las piezas para la colocación de los estuches.

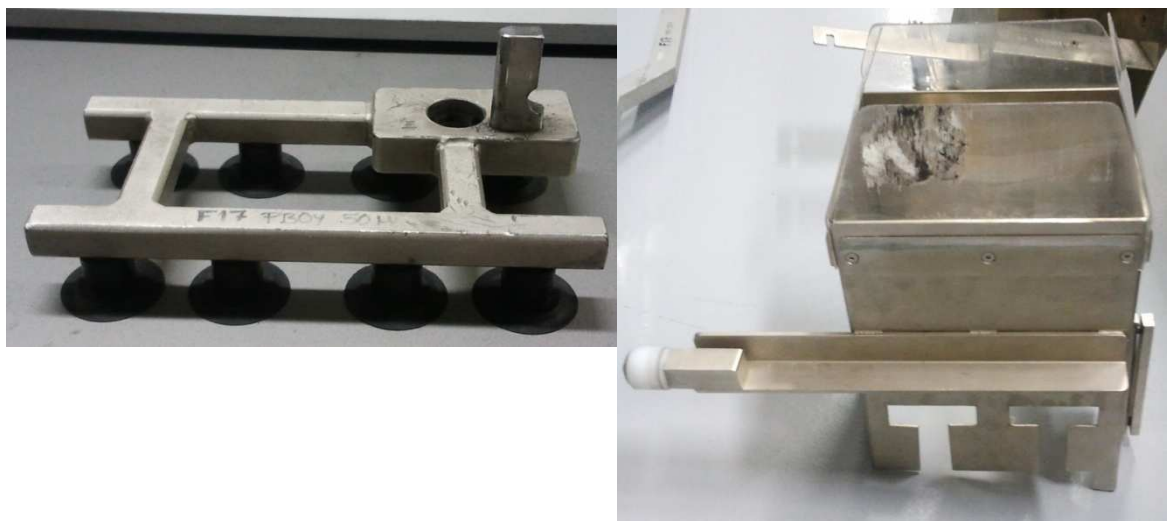


Fig. 25. Dispositivo de toma del pick-up y embudo.



Fig. 23. Empujador, estratificador y tolva.

3.2. FORMACIÓN DE CAJAS

Al mismo tiempo que el pick-up prepara los estuches para ser encajados, hay otros mecanismos y elementos que preparan las cajas para poder introducir los estuches en ellas.

Las cajas tienen un recorrido antes de ser formadas. Primeramente se han de colocar las cajas en una posición adecuada dentro del almacén de cartones a fin de facilitar la formación, para hacer esta acción se precisan las manos del operario de línea para introducir las cajas correctamente en el almacén de la MCP 840. Una vez colocadas la máquina va transportando horizontalmente las cajas, por medio de unas cintas transportadoras, hasta llegar a la posición del dispositivo de toma de cartón, compuesto por las varillas de toma. Estas varillas serán las encargadas de tomar cada caja de cartón individualmente y trasladarlas hasta los vástagos del pistón de mando para la formación de los cartones.

El dispositivo de toma de cartón cuenta con dos sistemas independientes de vacío, necesarios para la formación de la caja. El dispositivo de toma de las varillas cuenta con tres ventosas, dos de ellas forman parte del sistema de vacío (1) y la restante forma parte del sistema de vacío (2).

El movimiento vertical necesario para tomar el cartón se hace mediante cilindros neumáticos, en que sus vástagos son las mismas varillas de toma.

El ciclo de trabajo de las varillas consiste en tomar el cartón y trasladarlo en el eje horizontal de la máquina por medio de una correa conectada a un servo, accionado y coordinado por el PC 677.

El movimiento horizontal es posible gracias a un servo conectado a una correa, la cual es conectada al dispositivo de toma de cartón. El recorrido hecho por el dispositivo de toma tiene comienzo en la toma del cartón ubicada en el almacén de cajas, y finaliza en las cadenas superiores de transporte del cartón.

El ciclo concluye cuando el sistema de vacío (2) pasa a un estado inactivo, como consecuencia la caja únicamente está sujeta por el sistema de vacío (1). Desactivando el sistema (2) se consigue que la cara sujeta por este sistema quede suspendida por el propio peso del cartón.

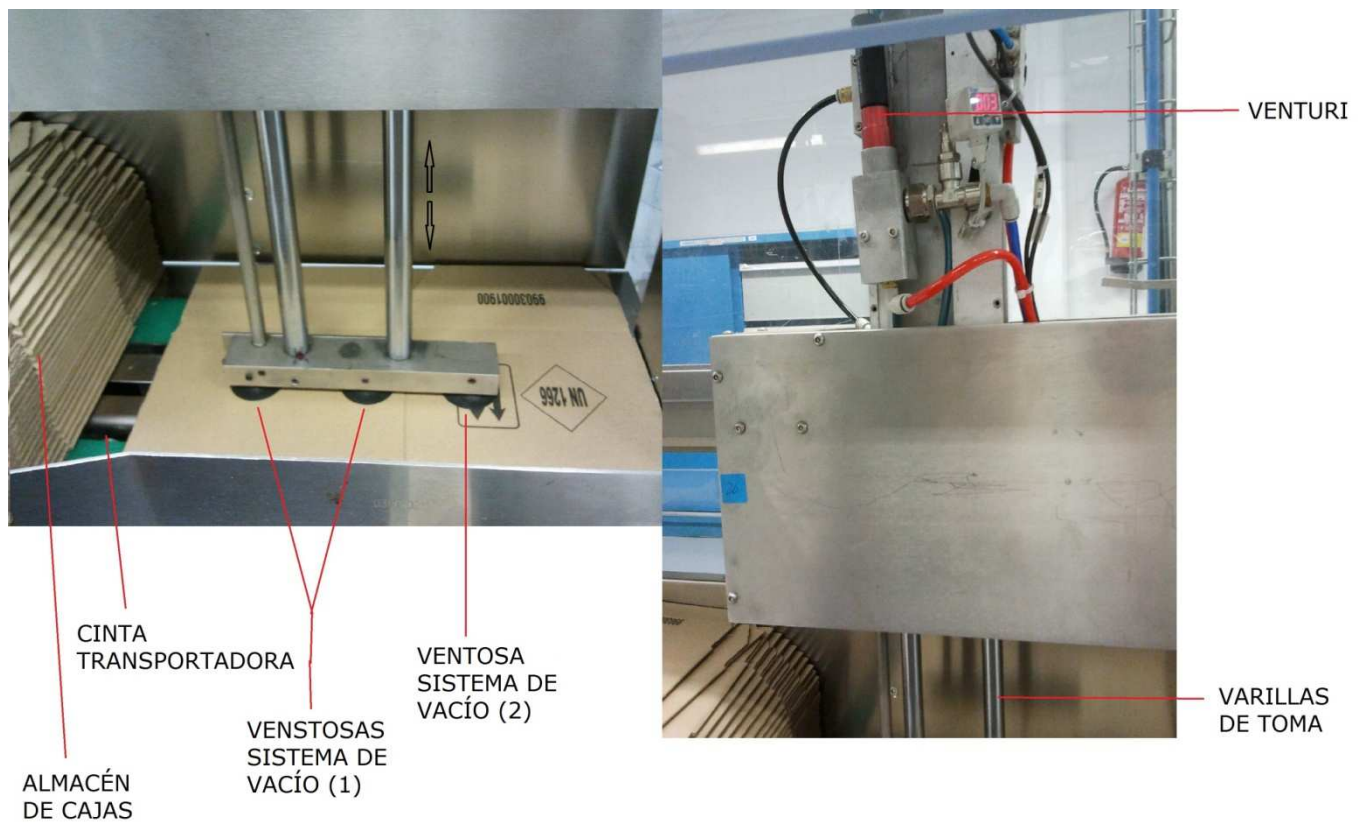


Fig. 24. Ilustración de las varillas de toma del cartón.

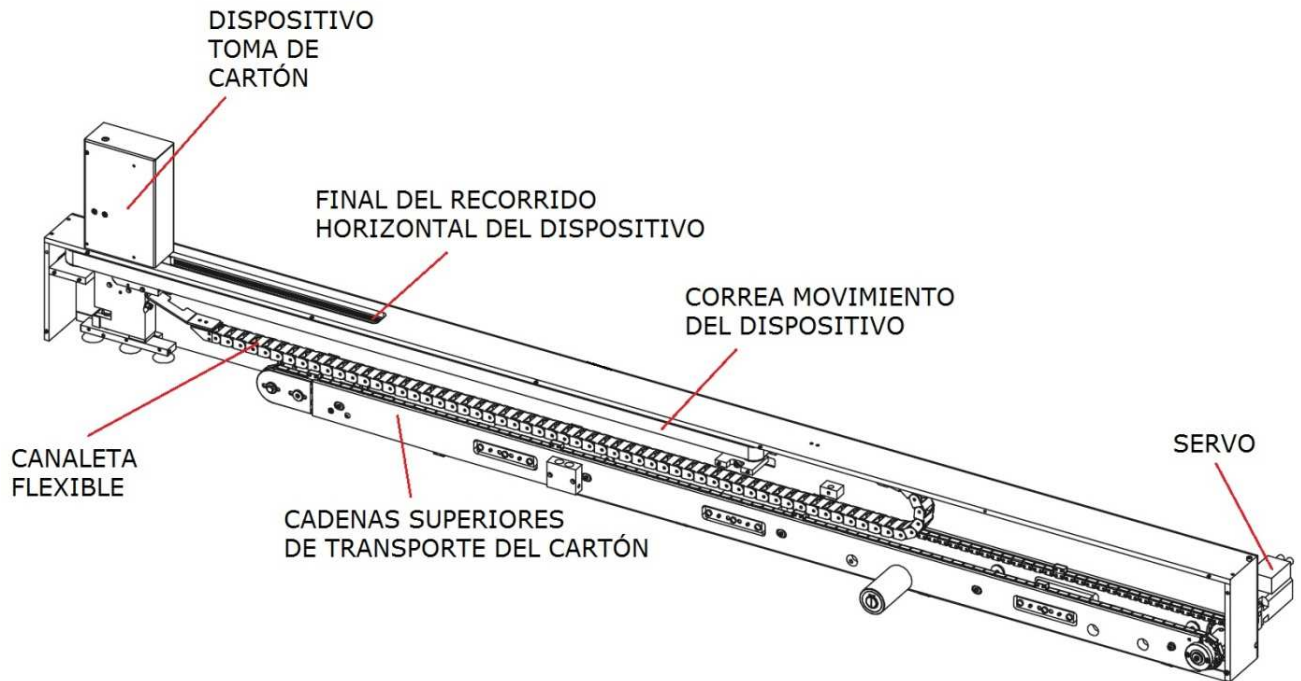


Fig. 25. Esquema movimiento horizontal del dispositivo de toma.

Cuando el dispositivo de toma de cartón llega al final del recorrido horizontal y desactiva el sistema de vacío (2), el PC 677 activa el pistón de mando para la formación del cartón. Este pistón lleva instaladas dos ventosas al final de sus vástagos para acabar de formar la caja, que es tomada por su parte inferior y acabada dando una forma prismática.

El pistón de mando está instalado entre las cadenas inferiores de transporte del cartón, la ubicación del pistón está diseñada para que una vez acabe su ciclo de trabajo la caja quede encuadrada frente al embudo. Para garantizar una buena forma prismática del cartón, al principio de la cadena de transporte inferior lleva acoplada una pestaña que es activada cuando el pistón de mando termina su ciclo de trabajo. El objetivo de esta pestaña es la de garantizar la forma prismática del cartón, y así dejar a 90° la cara lateral de la caja. El ciclo de la pestaña acaba antes que el empujador introduzca por medio del embudo los estuches dentro de la caja (proceso explicado en el apartado 3.1). Ver figuras 26 y 27 para diferenciar las partes existentes del mecanismo para la formación del cartón.

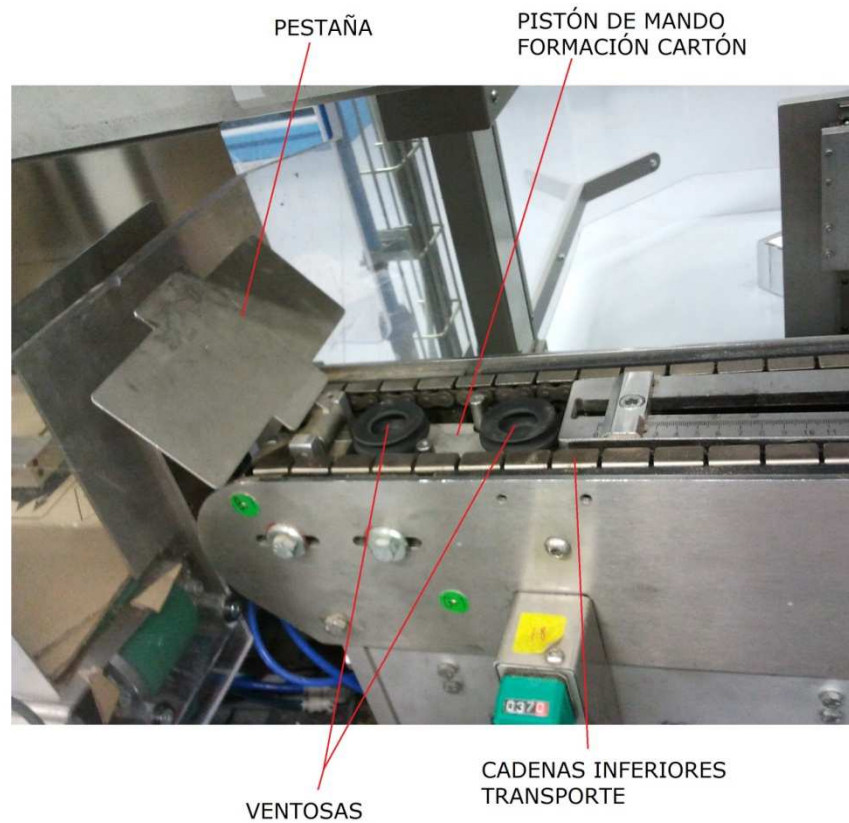


Fig. 26. Ilustración del pistón de mando para la formación del cartón.

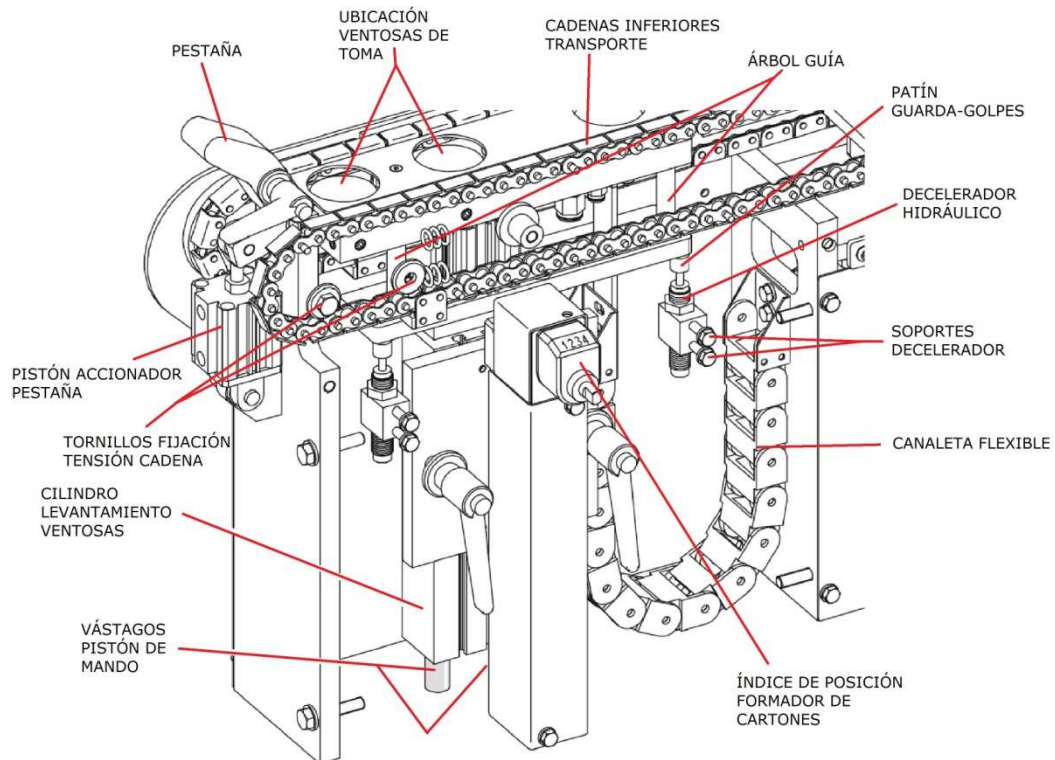


Fig. 27. Esquema de las partes del pistón de mando para la formación del cartón.

3.3. CERRADO Y PRECINTADO

El cerrado y precintado del cartón es el siguiente paso para la finalización del proceso de encajado del producto.

3.3.1.

Cerrado

El cerrado consiste en ir cerrando todas las solapas de la caja de cartón a medida que va avanzando por las cadenas de transporte superior e inferior. Las cadenas de transporte llevan instaladas unas pestañas que desempeñan dos funciones importantes:

1. Transportar las cajas por medio del arrastre.
2. Mantener un ritmo constante de producción.

Las pestañas son las encargadas de mantener el ritmo cerrando las cajas, para garantizar que no se lleguen a acumular más de dos cajas en las cadenas de transporte. El cerrado y precintado son dos procesos que se hacen al mismo tiempo, es decir, mientras se está cerrando una caja, la caja que le precede ya está siendo precintada y todo gracias a las pestañas integradas en las cadenas de transporte.

Las cadenas de transporte superior e inferior han de tener siempre una distancia (A y B) simétrica entre sí, dependiendo del formato de los cartones se puede calibrar la altura entre ellas, pero nunca deben de ser diferentes. Normalmente se toma como referencia la línea de *centro máquina* para poder así calibrar dicha distancia con total seguridad. En el caso que las distancias entre las cadenas de transporte no sean idénticas se tendría que reposicionar el potenciómetro de altura de los soportes de los transportadores.

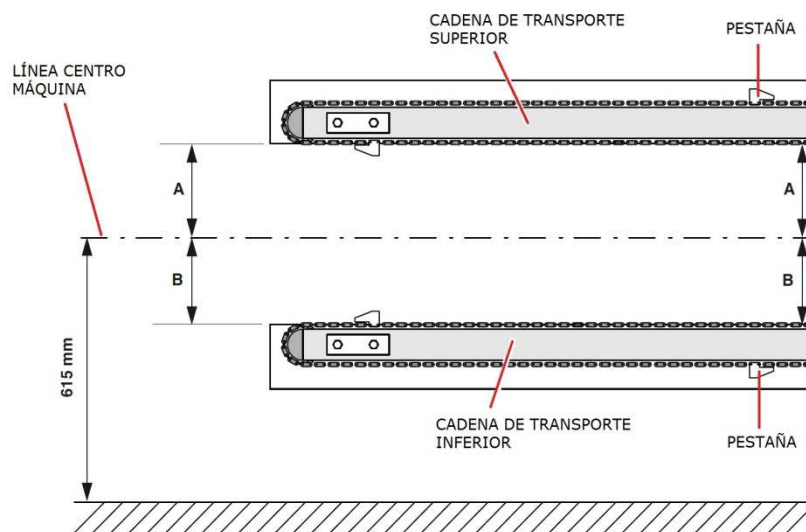


Fig. 28. Esquema cadenas de transporte superior e inferior.

Los elementos que hacen posible el movimiento de las cadenas de transporte son unos servos instalados al final de las mismas y controlados por el PC 677 de la máquina. Esto garantiza siempre un movimiento preciso de todas las cajas transportadas.

Una vez las cajas vayan siendo transportadas a lo largo de las cadenas de transporte llegan a los grupos de cierre de los cartones. Estos grupos se encargan de cerrar las solapas de las cajas en el menor espacio y tiempo posible para agilizar el proceso. Antes de realizar el cierre del cartón se han de comprobar las distancias entre las superficies de embocadura de los grupos de cierre. De la misma manera que las distancias 'A' y 'B' de separación entre las cadenas de transporte, los grupos de cierre también tienen que tener una distancia simétrica tomando como referencia el centro máquina. En el caso de que la distancia 'A' y 'B' entre las superficies de embocadura de los grupos de cierre sean diferentes se habría que ajustar la equidistancia entre ellos.

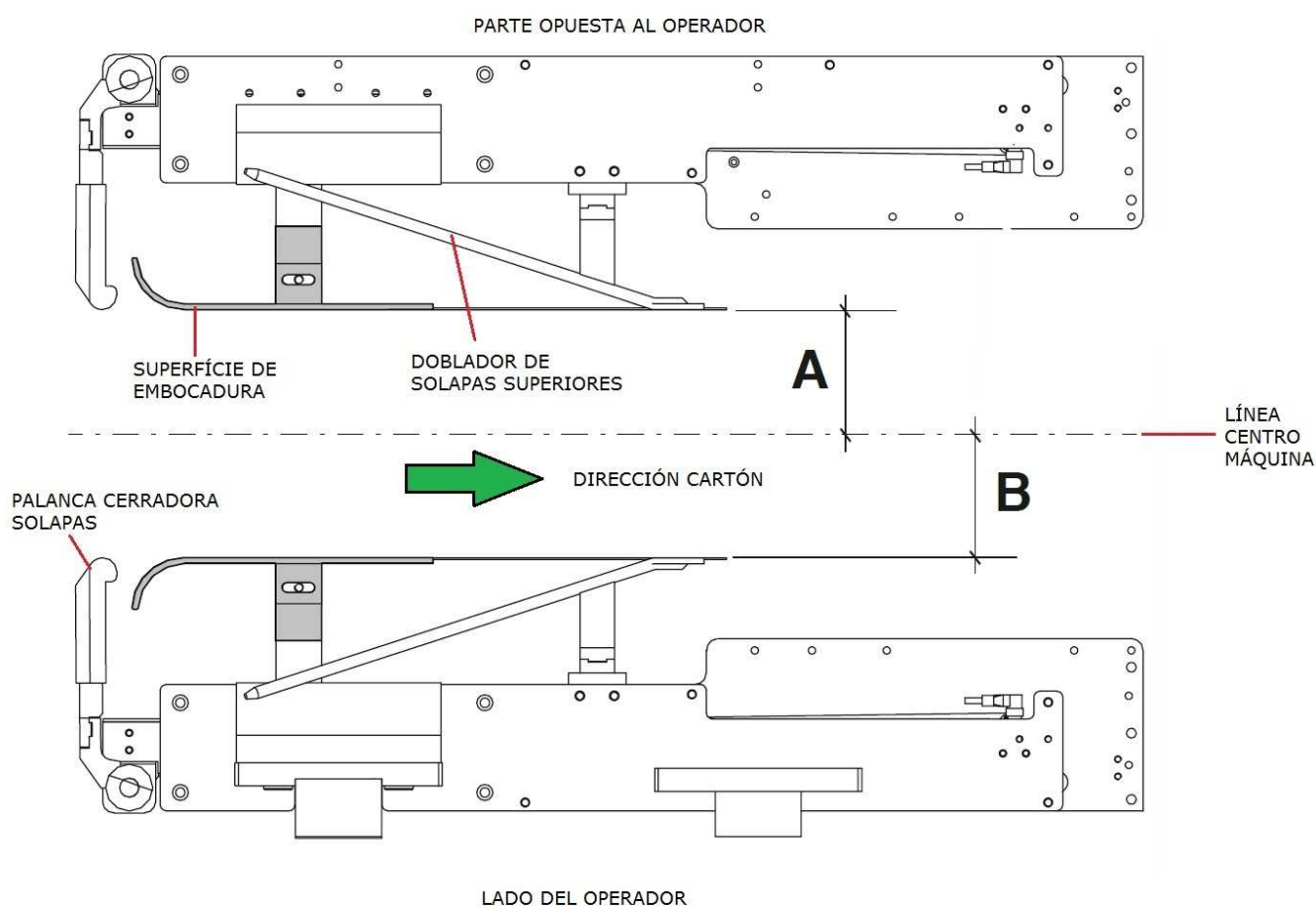


Fig. 29. Esquema de los grupos de cierre.

Para realizar el cierre, la caja primeramente entrará siguiendo la dirección especificada en la *Fig. 29*. Las palancas cerradoras de solapas estarán abiertas a la espera de la llegada de los cartones. Los primero en doblar serán las solapas, y posteriormente las solapas superiores. Antes de que las cadenas de transporte arrastren el cartón a lo largo de los grupos de cierre, la palanca cerradora de solapas es activada mediante un eje conectado a una articulación giratoria, la cual está compuesta por un eje y un juego de dos juntas esféricas capaces de transmitir el movimiento a la palanca cerradora de solapa. Al terminar el ciclo de trabajo de la palanca cerradora, el cartón es arrastrado por el doblador de solapas superiores consiguiendo así el cierre de la caja.

Para garantizar que la caja se mantendrá cerrada por todo el grupo de cierre hasta llegar a la zona de precintado, la superficie de embocadura abarca todo el grupo de cierre para evitar que la caja se abra antes de ser precintada.

El tipo de caja es especial para este tipo de productos, y ha de seguir una normativa para productos inflamables como es la colonia por ejemplo (ver normativa en anexos capítulo 2).

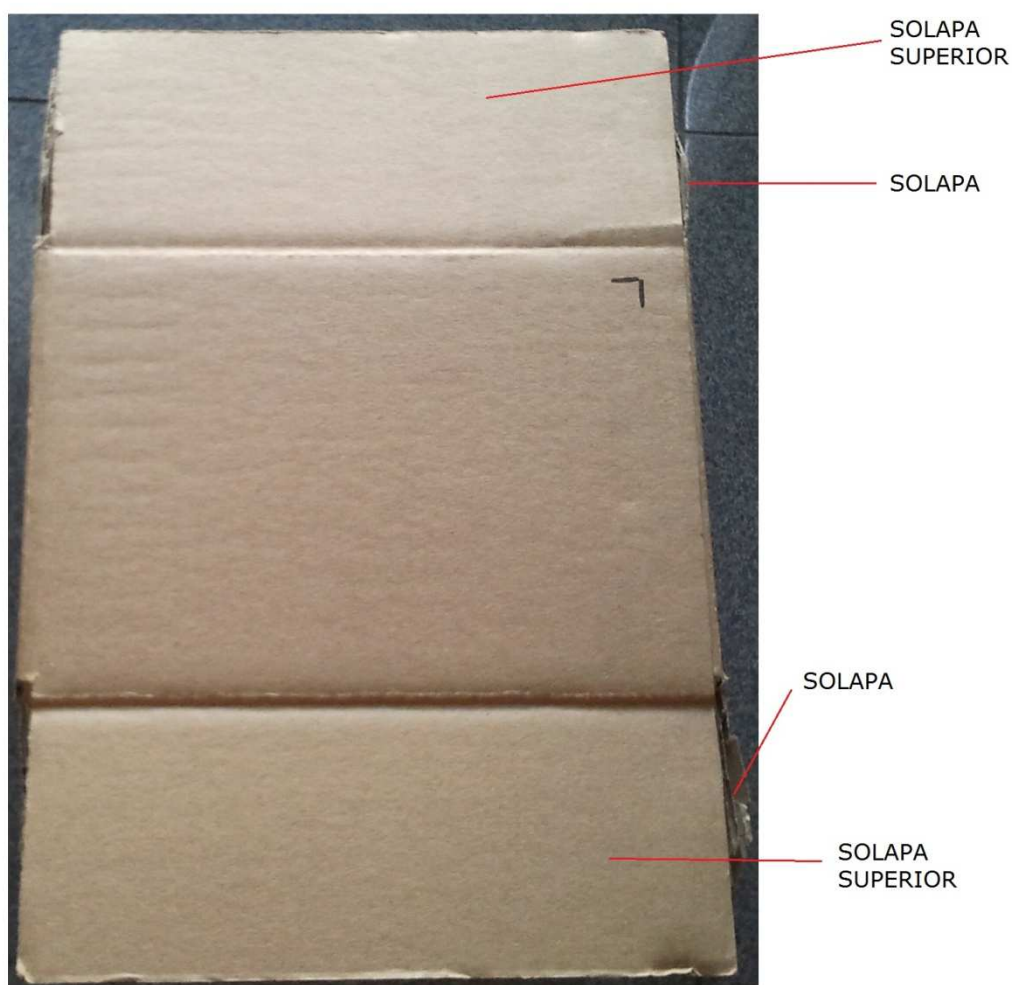


Fig. 30. Ilustración de caja UN 1266.

3.3.2.

Precintado

El precintado es el último paso a realizar para concluir el encajado de los estuches de colonia. El objetivo de precintar los cartones es el de asegurar que no se abran las cajas sin autorización, garantizando un buen cierre de las solapas superiores e inferiores. Una vez precintado sólo se puede acceder al interior de la caja destruyendo el precinto.

El mecanismo que hace posible el precintado es un juego de rodillos capaces de cambiar la orientación inicial del precinto en 90°, para poder precintar las cajas que vienen orientadas de forma horizontal. El rollo de cinta adhesiva adecuado ha de ser longevo para poder ofrecer una durabilidad aceptable y así ausentar temporalmente la atención del operador para su cambio en caso de finalizarse todo el rollo de cinta.

El juego de rodillos que hacen posible el cambio de orientación mencionado anteriormente es de diez unidades. Es aconsejable mantener una limpieza de los rodillos periódicamente, ya que están en contacto con una banda adherente de la cinta adhesiva, y esta puede llevar partículas que pueden llegar a ensuciar la superficie de los rodillos y dificultar el tensado de la cinta.

Los últimos rodillos del juego son los que entrarán en contacto con la caja a precintar. El primer rodillo que entra en contacto con la caja es el que empezará a precintarla. El rodillo está conectado a un muelle que hace palanca a una cuchilla de corte, la cual al pasar la caja proporciona un golpe seco capaz de cortar de una vez la cinta adhesiva. El segundo rodillo que entra en contacto con la caja únicamente hace la función de repasar el precintado para garantizar un buen sellado de la caja.

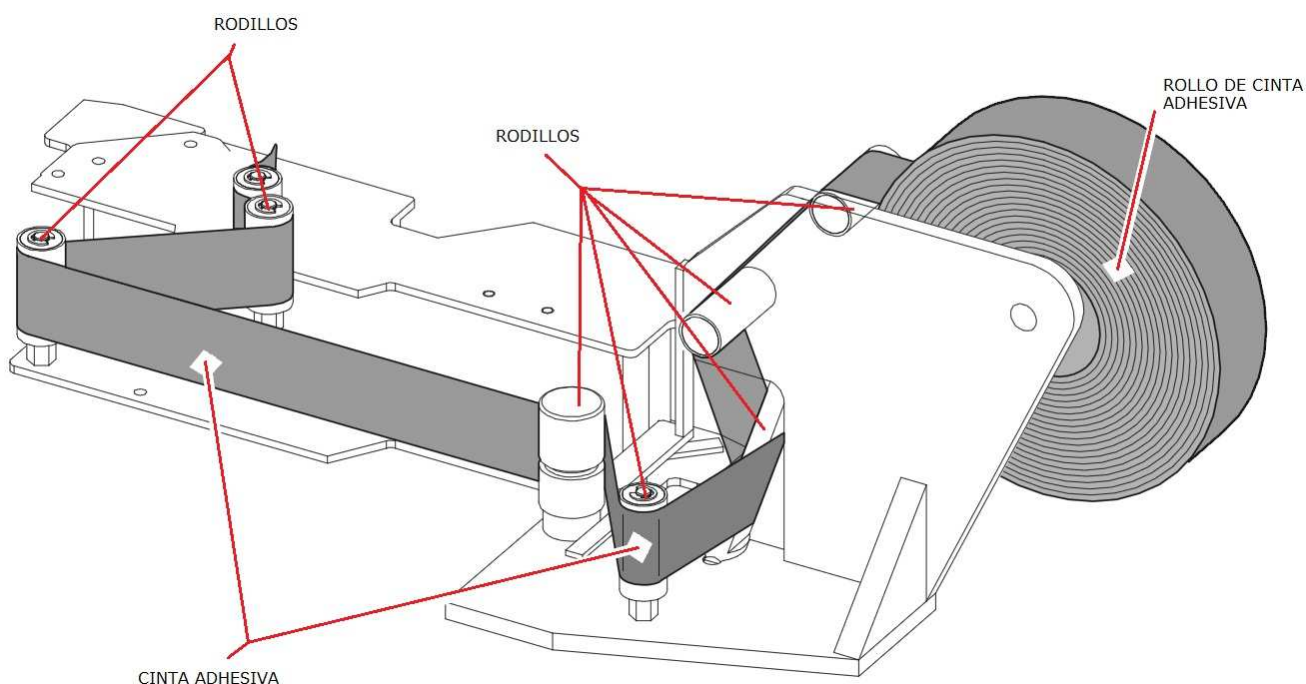


Fig. 31. Esquema del juego de rodillos para el precintado.

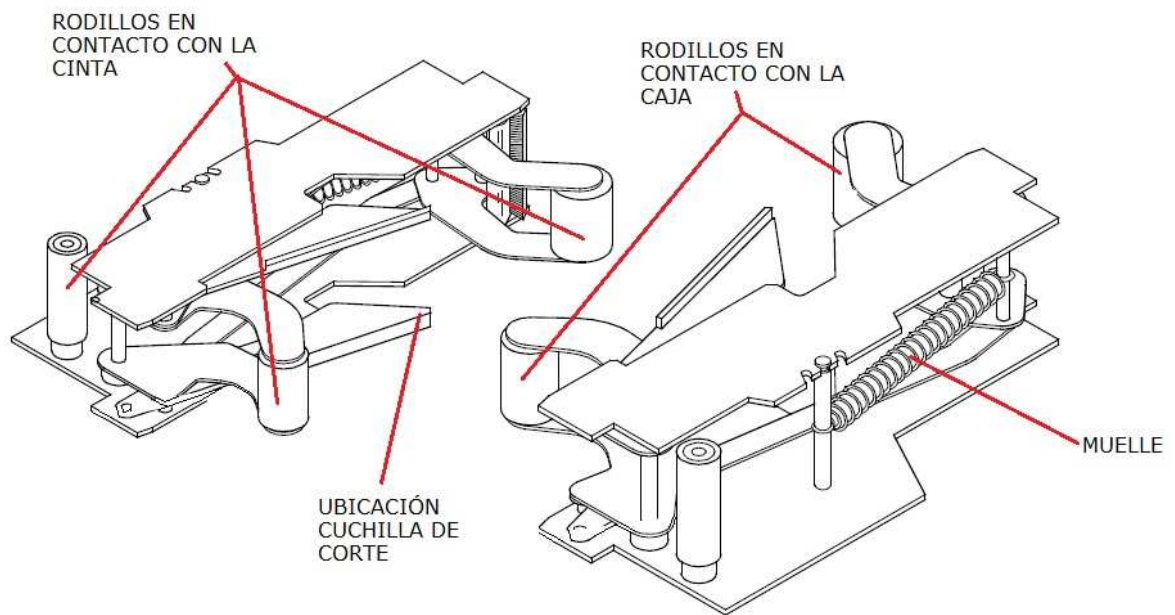


Fig. 32. Esquema sistema de precintado, rodillos en contacto con el cartón.

Capítulo 4:

EL PALETIZADO

El paletizado es la última parte del proceso del envasado de colonias, es el proceso que agrupa las cajas llenas de producto, siguiendo un patrón establecido (programa de paletización), en un pallet para su posterior almacenaje y transporte al mercado de destino.

Como se ha mencionado anteriormente en el apartado 2.4 el encargado del paletizado el Gigacombi de la empresa *Marchesini Group*, que consiste en un brazo mecanizado preparado para paletizar las cajas en pallets.

Al finalizar el precintado el método de transporte en el eje horizontal de la máquina pasa a ser de rodillos accionados mediante un servo. Se opta la utilización de los rodillos para poder instalar topes en el recorrido, mediante pistones ubicados debajo de los rodillos.

Antes de que las cajas sean paletizadas las cajas siguen un recorrido dentro de la MCP 840:

1. Etiquetado.
2. Volcado.
3. Paletizado.

4.1. ETIQUETADO

La posibilidad de instalar una etiquetadora es una de las personalizaciones posibles que se ofertan a la hora de adquirir la máquina. En este caso es muy útil para tener un control adecuado de la producción. La etiquetadora va instalada después del sistema de precintado, y efectúa la colocación de la etiqueta horizontalmente colocándola en la esquina superior derecha (en planta).

Una vez etiquetada la caja se da por finalizado el producto, cumpliendo con todas las exigencias de calidad impuestas a lo largo de todo el proceso de producción.

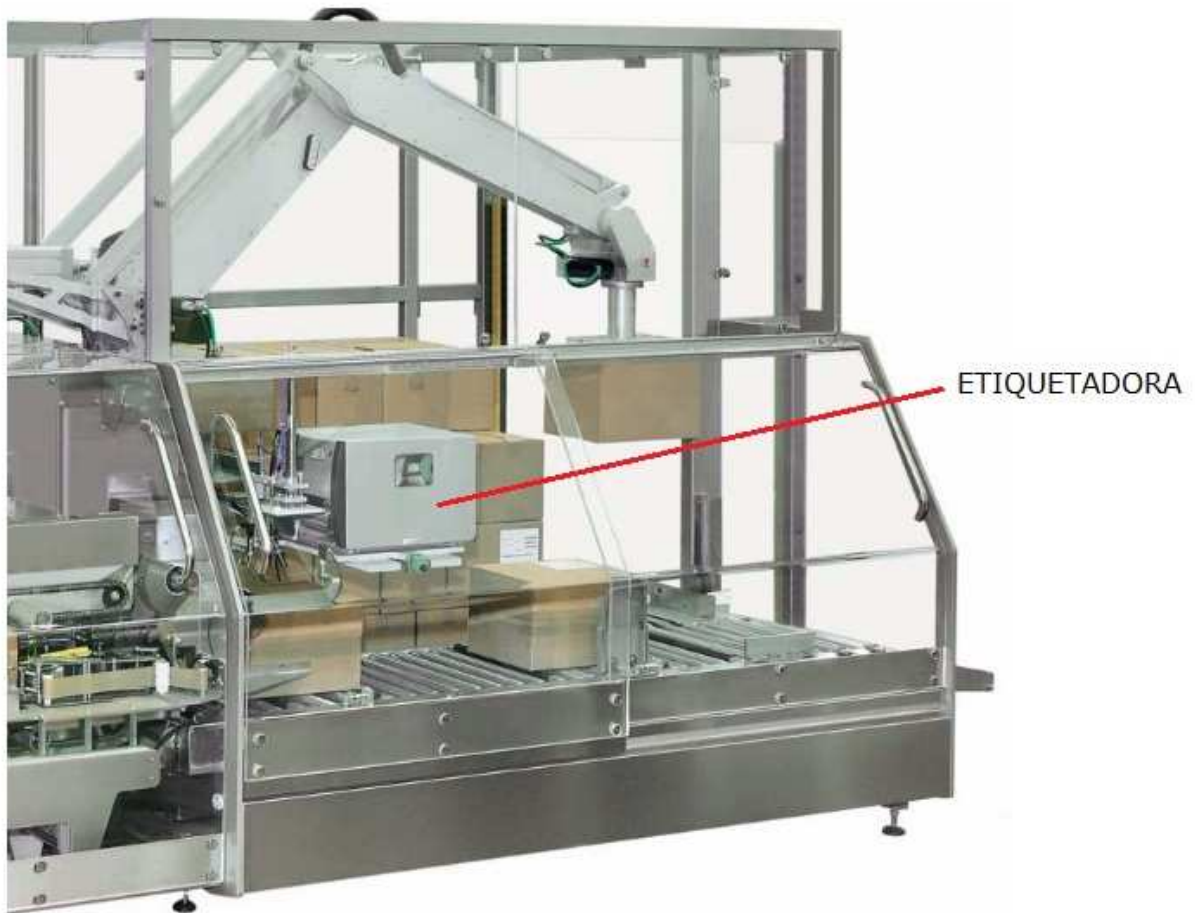


Fig. 33. Ilustración mostrando la ubicación de la etiquetadora.

4.2. VOLCADO

El volcado es el proceso que efectúa la máquina al producto antes de ser paletizado. El volcado consiste en cambiar de orientación la caja llena de estuches de colonia, pasa a estar de forma horizontal a forma vertical.

El volcado según en qué casos puede ser efectivo o no, ya que dependiendo del producto no es rentable volcar las cajas, porque posiblemente no sería óptima la forma de paletizar las cajas en el pallet. En el caso de la producción de colonias, al ser cajas relativamente pequeñas, el volcado es un proceso muy rentable porque el aprovechamiento del pallet es óptimo.

El mecanismo encargado de volcar las cajas no es accionado hasta que la caja es detectada por un sensor de posición fotoeléctrico. Una vez reconocida la ubicación de la caja a volcar el PC 677 acciona el servo que hará mover todo el mecanismo de volcado y capacitará el giro de 90° de la caja.

El volcador está accionado por una correa que une la salida dentada del servo con una polea dentada fijada al mecanismo del volcador. La correa ha de tener un desplazamiento vertical máximo de 10mm, para garantizar un correcto tensionado. En la correa va montado un carro, el cual se desplazará por unas guías e irá unido al dispositivo encargado de volcar las cajas, que también tendrá el movimiento delimitado por otra guía. El dispositivo encargado de volcar las cajas al recibir el movimiento del carro, actuará como un balancín capaz de girar la caja.

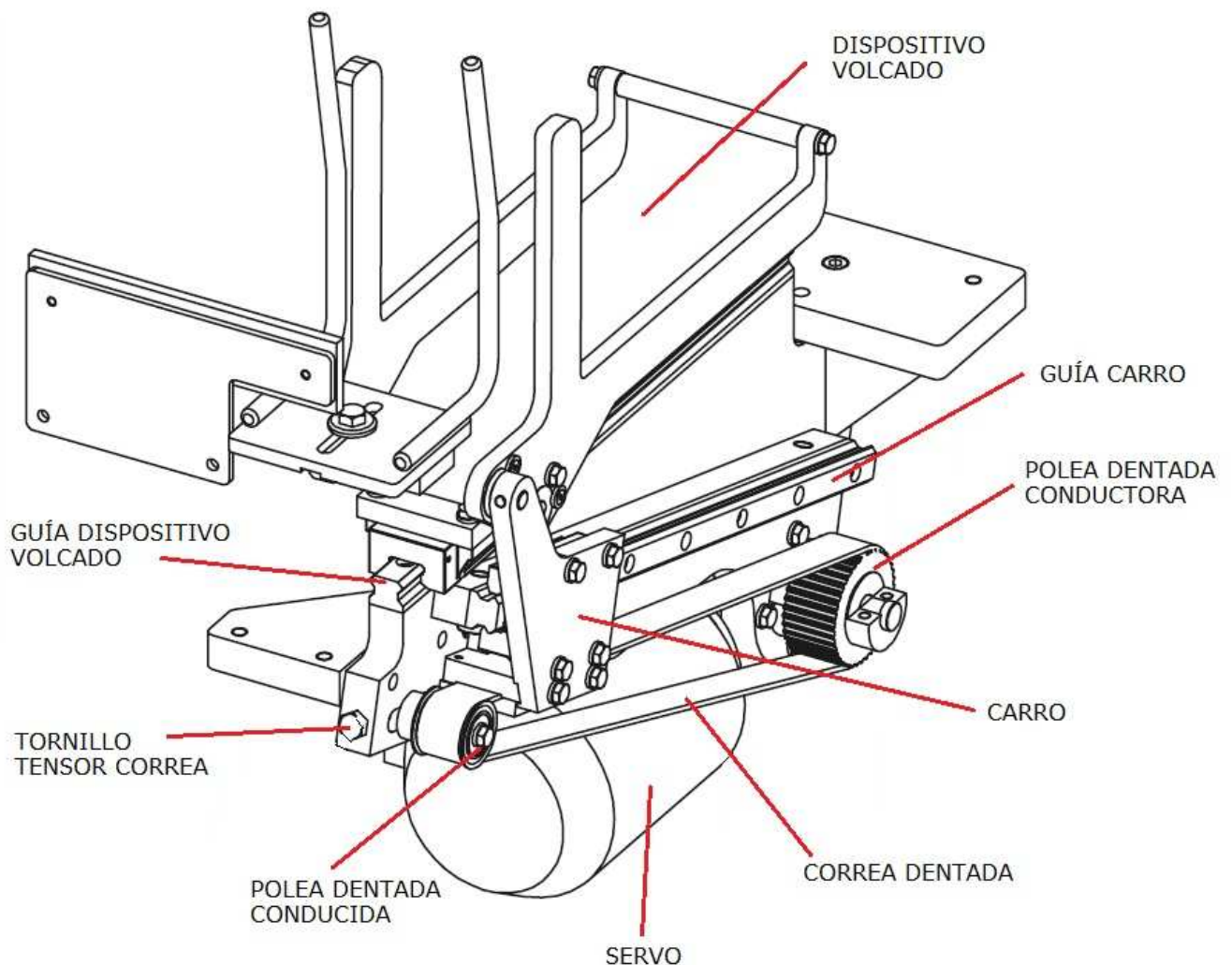


Fig. 34. Esquema del volcador.

Al finalizar el volcado, la máquina lleva instalado un lector de código de barras para supervisar y aceptar las etiquetas impresas en la etiquetadora, si la lectura es correcta la caja pasaría a ser paletizada. Si no fuera así, la caja sería conducida a la zona de rechazo ubicada al final de la cinta transportadora de

rodillos, y se tendría que proceder al etiquetado manual efectuado por el operario, ya que si se abriera cualquier puerta de seguridad de los cárteres se pararían todas las actividades de la máquina al instante.

4.3. PALETIZADO

El paletizado va a cargo del Gigacombi mencionado anteriormente. La función del paletizador es montar el pallet siguiendo un patrón de montaje preestablecido en el programa del PC 677 de la máquina. El patrón de montaje es diferente para cada tipo de producto, que depende de las dimensiones del cartón, de esta forma se optimiza la posición de cada caja en el pallet, pudiendo montar el mayor número de cajas.

La velocidad de producción del paletizador es de 10 cajas/min, esta velocidad de producción se transmite a toda la máquina, ya que todos los procesos mencionados anteriormente sobre el encajado y paletizado se realizan al mismo tiempo.

El paletizador va montado en el carro paletizador, que se ocupará de desplazarlo horizontalmente (en el sistema de referencia del propio paletizador), y anclado en una correa de accionamiento que junto con el carro dotarán al paletizador de los movimientos horizontales.

Cogiendo como sistema de coordenadas el eje horizontal de la máquina (vista en alzado), el eje horizontal del carro es perpendicular al de la máquina. Por otra parte el eje longitudinal del paletizador es paralelo al eje horizontal de la máquina y perpendicular al eje horizontal del carro.

Hay un elemento muy importante en el paletizador que es un gran pistón neumático que actúa como un freno activo en todo el sistema, este pistón ayuda a que los movimientos del paletizador sean suaves y controlados, tiene un gran tamaño para poder contrarrestar las inercias creadas durante los ciclos de trabajo. Es importante remarcar este elemento porque si no se tendrían que instalar otros dispositivos que se ocupen de estabilizar y suavizar los movimientos del paletizador, de esta manera se soluciona este problema de una forma rápida y sencilla. El pistón neumático se acciona mediante electroválvulas las cuales están controladas por el PC 677, que dependiendo del movimiento del paletizador utiliza una carrera u otra del pistón para asegurar un buen movimiento.

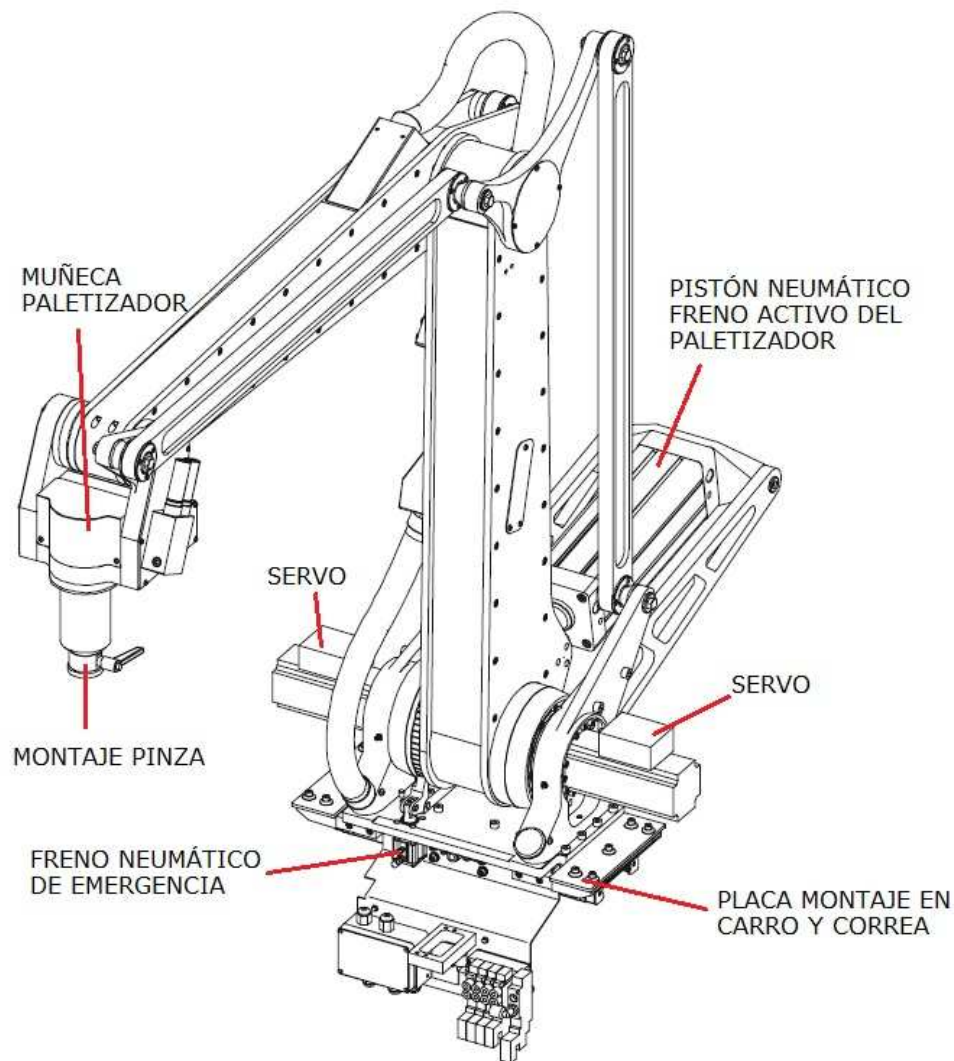


Fig. 35. Esquema del paletizador Gigacombi.

La correa de accionamiento del grupo del paletizador esta dentada por su interior y como se ha dicho anteriormente es la encargada del movimiento horizontal del paletizador. El movimiento es creado por un servomotor que lleva acoplado un reductor para aumentar el par en el movimiento deseado. Según los manuales de usuario de mantenimiento el par motor recomendado para que el paletizador realice el montaje del pallet en unas condiciones óptimas es de 23Nm, el cual se realiza un calibrado mediante una llave dinamométrica apretando el tornillo de acoplamiento entre el servo y el reductor.

El ciclo del paletizador empieza cuando el PC 677 recibe la señal de un sensor fotoeléctrico que indica la presencia de una caja en la zona de toma del paletizador. Para que llegue la caja a dicha zona se precisa de un traslador al final de la guía de transporte accionada por rodillos (ver figura 37). Cuando la caja llega al tope, final del transporte por rodillos, es detectada por un sensor fotoeléctrico y acciona un servo conectado a unas guías de deslizamiento del

grupo trasladador, cuya función es la de empujar la caja hasta la zona de toma del paletizador. Una vez trasladada la caja a la zona de toma, un sensor fotoeléctrico confirmará la presencia de la caja para empezar el ciclo de trabajo del paletizador, siempre siguiendo el patrón establecido fiel al programa del paletizador instalado en el software de la máquina.

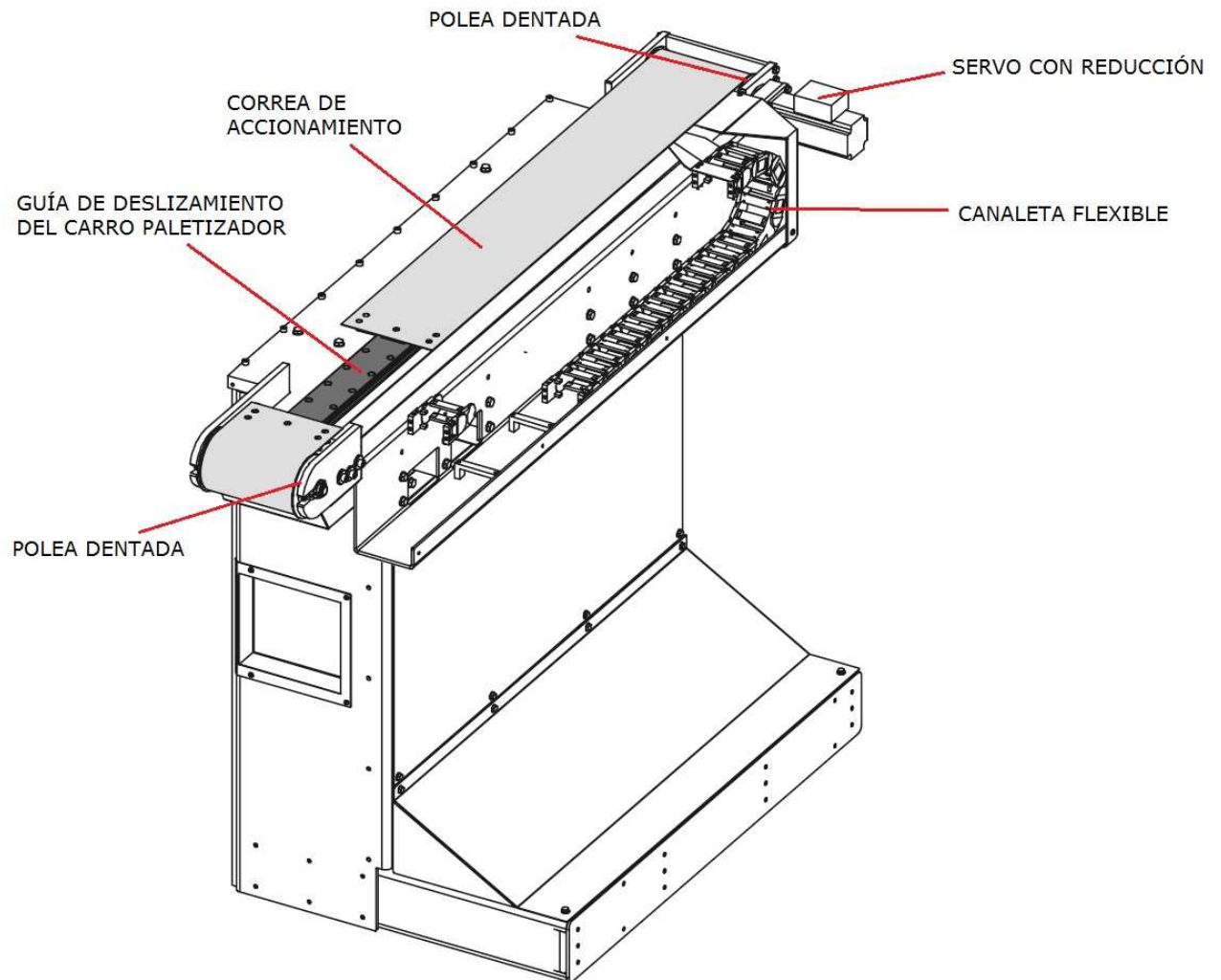


Fig. 36. Esquema del carro paletizador.

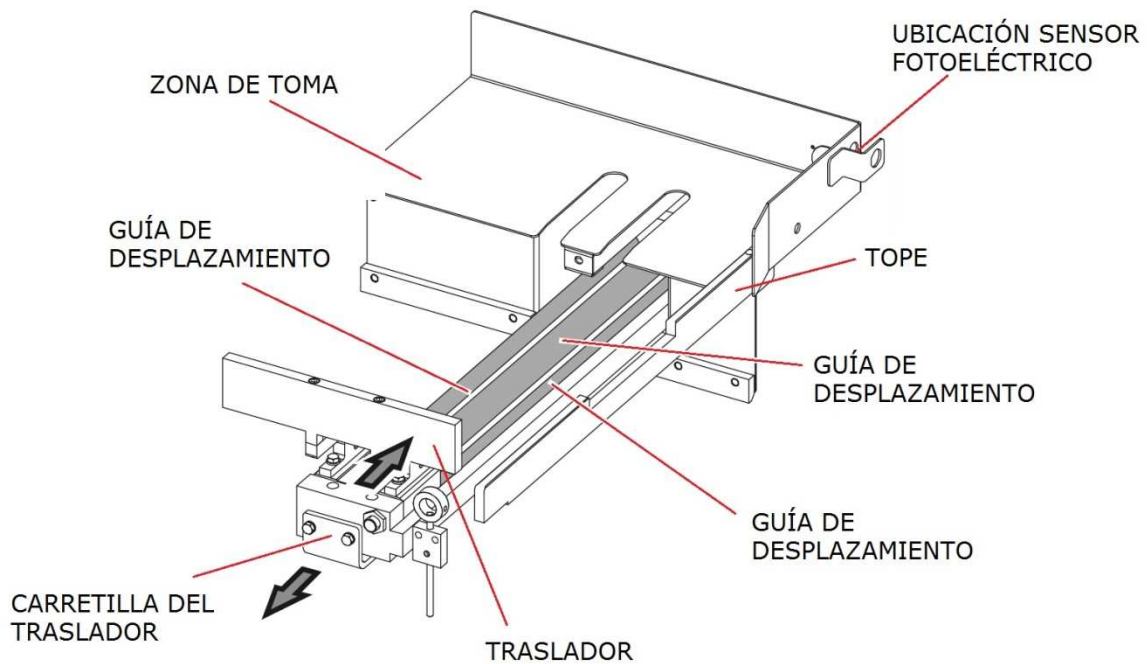


Fig. 37. Esquema del grupo trasladador.

Para una correcta paletización la muñeca del paletizador siempre ha de mantenerse paralela al pallet, se puede decir que su limitación de movimiento sólo le da libertad en un eje, que es de rotación de su eje longitudinal vertical. Al restringir este parámetro de movimiento te aseguras que las cajas siempre se irán moviendo con un paralelismo perfecto al pallet, y así se evitarán posicionamientos incorrectos o parciales de las cajas en el pallet.

El Gigacombi es un elemento muy flexible, en cuanto a formatos de producto se refiere, ya que la alimentación de aire para crear vacío y poder levantar las cajas para montar el pallet atraviesa el final de la muñeca, ya que es tubular, facilitando así el intercambio de dispositivos de toma, es decir es de cambio rápido. Sólo se precisa del apriete de un perno accionado por una simple maneta para el intercambio de dispositivos. Los diferentes dispositivos tienen una cosa en común, es indiferente el número de cajas que se requiera coger en un solo ciclo del paletizador, mientras el centro de masas quede ubicado al final de la muñeca.

El movimiento de rotación de la muñeca se consigue mediante un sistema de correa de transmisión formado por dos poleas dentadas capaces de transmitir el movimiento a un engranaje interior que hace capaz el movimiento de rotación de la muñeca, y por consiguiente del dispositivo de toma. Es importante poder realizar movimientos de rotación porque una vez se esté formando el pallet, las cajas han de mostrar siempre la etiqueta en su cara que da al exterior del pallet, para poder ver la información del producto en todo momento. Y otra de las razones es para ergonomizar y optimizar la colocación de las cajas en el pallet para que puedan caber las máximas posibles en cada piso.

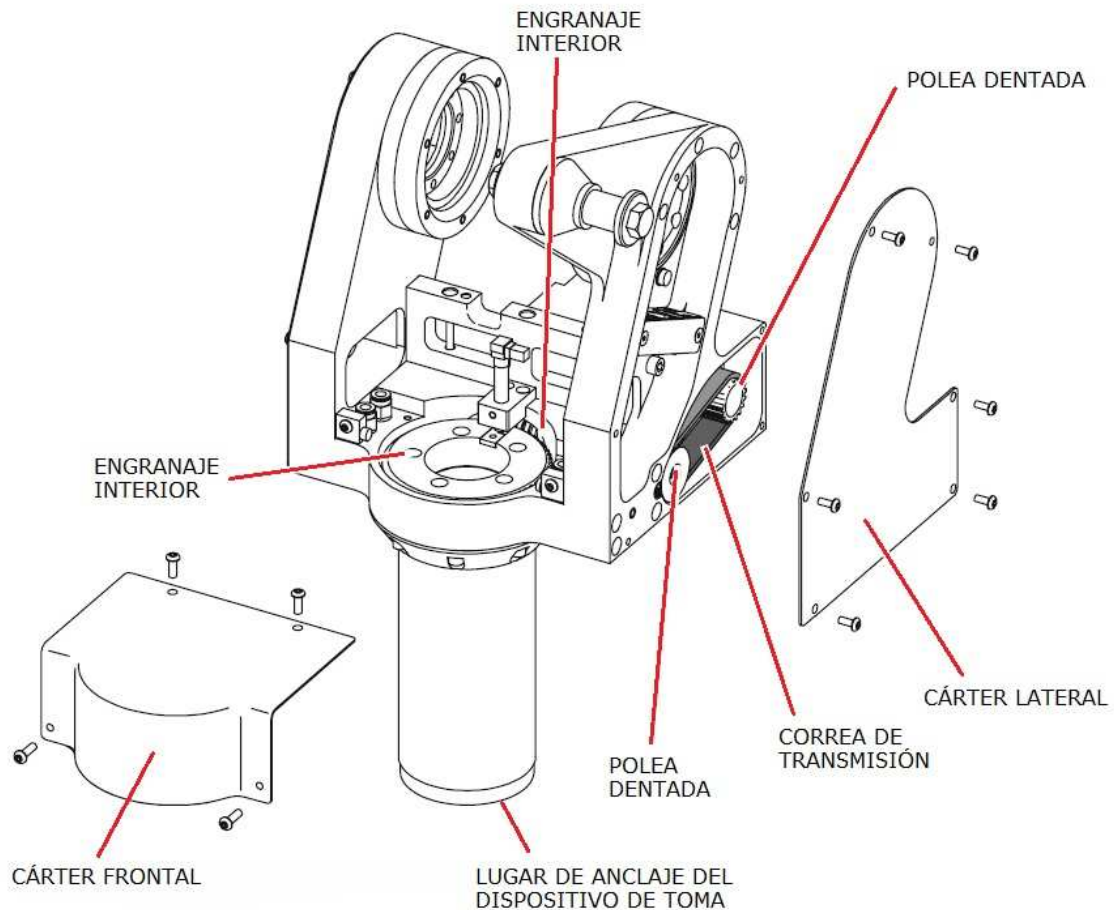


Fig. 38. Esquema de la muñeca del paletizador.

Como se muestra en la figura 35, existe un freno neumático de emergencia del paletizador, por si algún operario entra en la zona de trabajo sin desactivar el movimiento del paletizador, o simplemente se pulsa el pulsador de paro de emergencia del Gigacombi o el general de la máquina. El pistón neumático encargado del freno de emergencia está ubicado en el bloque del paletizador, en el sector que tiene a un lado, y consiste en activar el pistón cuando se activa alguna señal de penetración en las zonas de trabajo o se pulsa el pulsador de paro de emergencia. El vástago del pistón lleva en su punta una pestaña que interrumpirá todo movimiento del paletizador de una forma eficaz.

El elemento encargado de la toma de las cajas cuando estas llegan a la zona de toma es el dispositivo de toma, en que sigue el mismo procedimiento que el pick-up y el dispositivo de toma del cartón para la formación de cajas. Como se ha comentado anteriormente el centro geométrico del dispositivo es concéntrico al lugar de anclaje del dispositivo. Por el interior del mismo circulará el aire pasando por unos venturis ubicados en uno de los cárteres laterales de la muñeca, para crear el vacío en las ventosas del dispositivo de toma (ver figura 39). Hay que remarcar que el cuerpo del dispositivo de toma es tubular (hueco en su interior) para que pueda ser posible la corriente de aire.



Fig. 39. Ilustración del dispositivo de toma y sus partes.

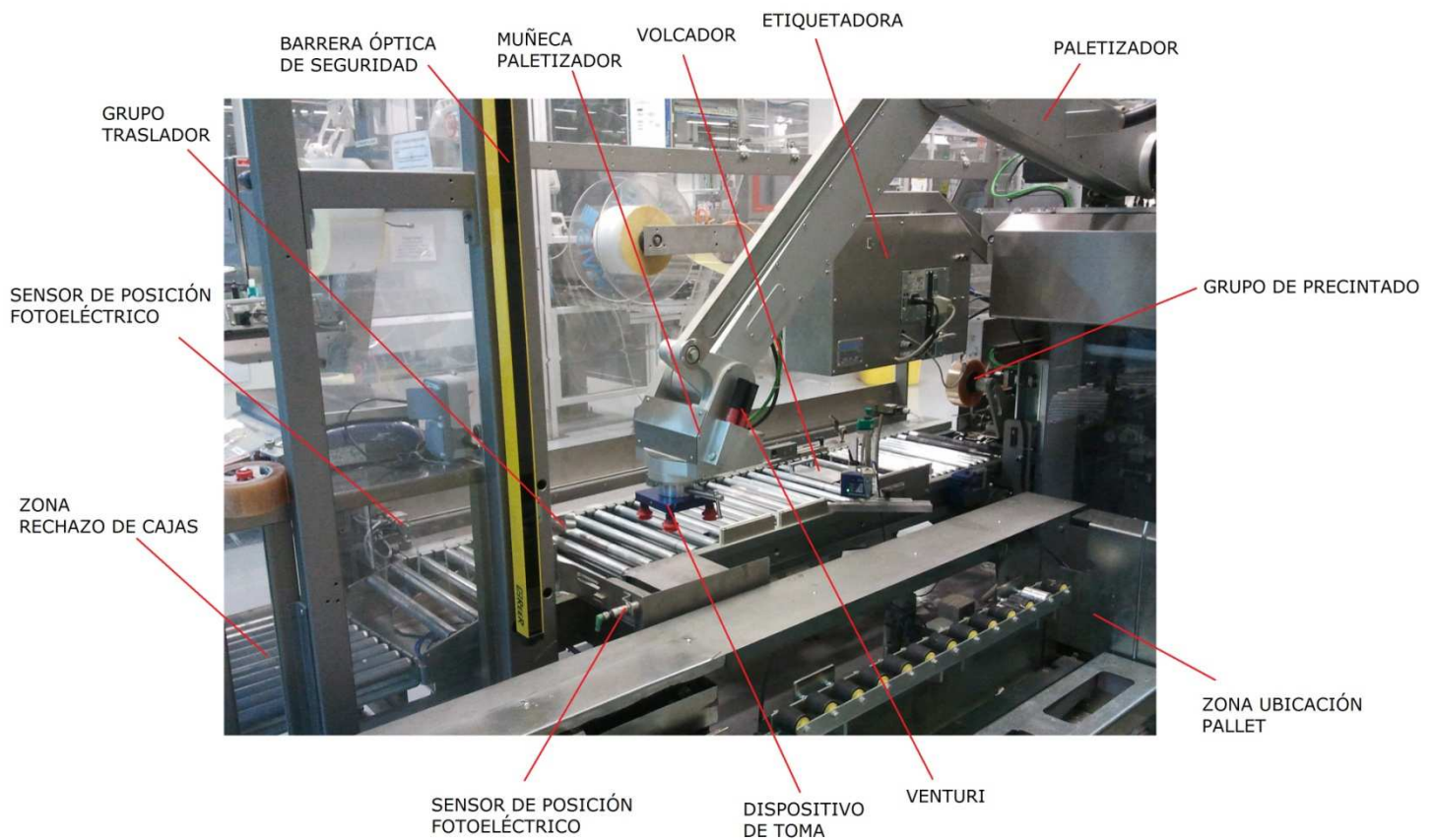


Fig. 40. Ilustración paletizador y sus partes.

El programa de la formación del pallet es diferente para cada formato, como se ha comentado anteriormente, pero tiene una particularidad común en cualquier formato que se elija. Esta particularidad es la repetición de un patrón intercalándolo piso a piso, la acción de intercalar el patrón del montaje del pallet aporta más consistencia y rigidez a la hora de montar más de tres pisos de producto paletizado. Normalmente se suelen montar de siete a ocho pisos de producto, dependiendo del formato en cada caso. Si se observa la figura 41 se parecía un ejemplo de patrón de montaje del pallet.

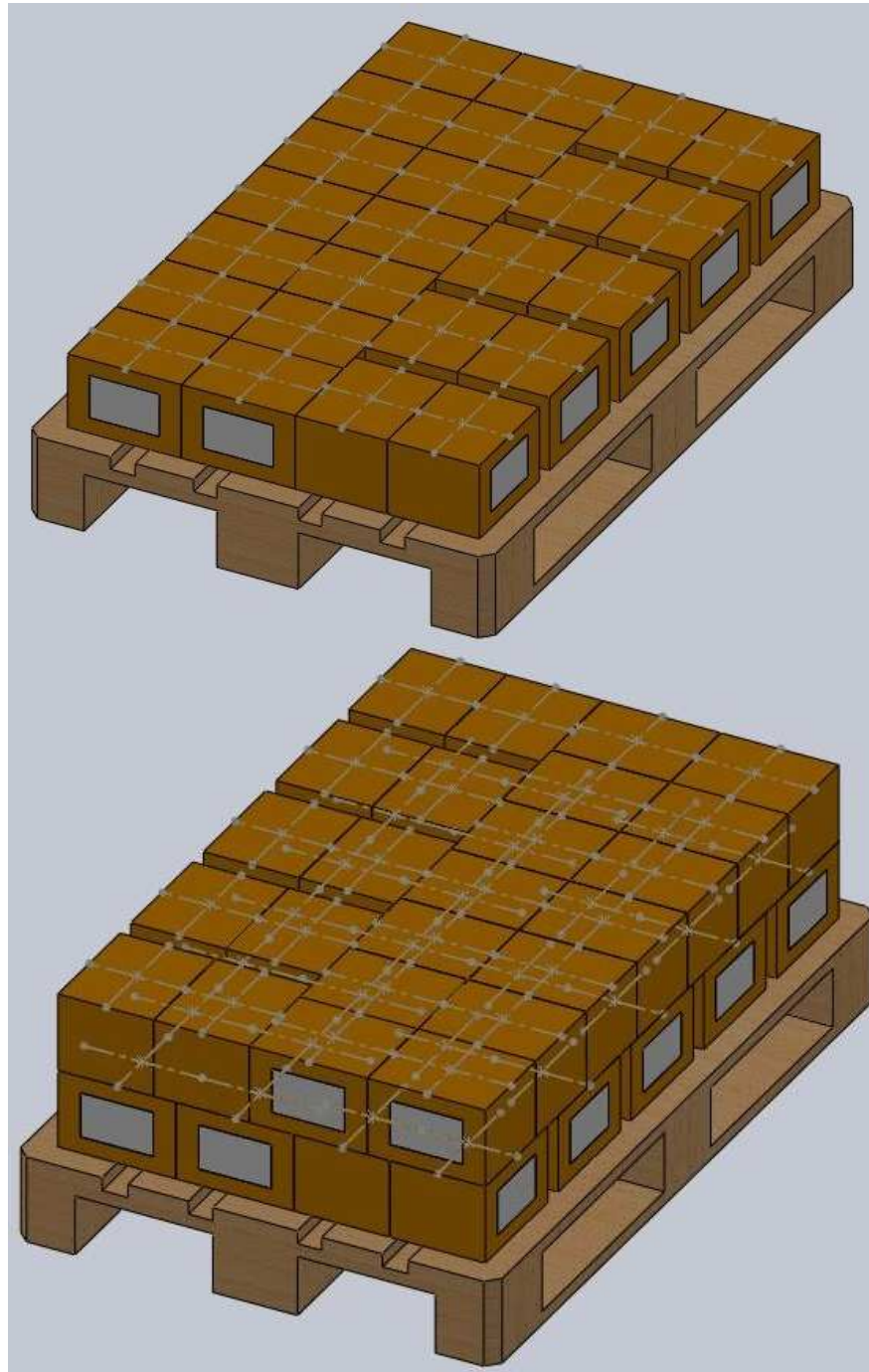


Fig. 41. Ejemplo montaje pallet siguiendo un patrón predeterminado.

La MCP 840 ofrece la posibilidad de instalar diferentes alternativas para los alimentadores de pallets. Se puede alimentar la máquina simplemente introduciendo los pallets manualmente (o con la ayuda de un transpalet), esta acción implica el paro momentáneo de la producción, hasta que el pallet completo sea reemplazado para poder seguir la paletización.

Otra manera de alimentar la máquina de pallets es acoplando un sistema de rodillos que se encargan del intercambio de los pallets, facilitando la labor del operario a la hora de retirar el pallet con todo el producto ya paletizado. La ventaja de automatizar la alimentación de los pallets es que la producción no se detiene, mientras el pallet completado es conducido a la zona de toma de los pallets, el pallet vacío es colocado en la zona señalada para el pallet y seguir la producción sin entorpecer el ritmo de trabajo de toda la línea.

Capítulo 5:

TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

En este capítulo se quiere contrastar los tiempos de producción para el encajado y paletizado en una línea de producción semiautomática y automática como la descrita en los capítulos anteriores.

Como líneas semiautomáticas se entiende todas las líneas de producción en que el encajado y paletizado es realizado por operarios de línea, ya que el ritmo de trabajo de la línea es más lento que una totalmente automatizada.

De media una línea semiautomática tiene un ritmo de producción de 40 botes/min, éste dato nos da a conocer que cada minuto de producción puedes llegar a conseguir en condiciones nominales 40 estuches envueltos en celofán por minuto.

Para realizar el proceso del encajado se precisan de dos operarios de línea ubicados al lado de una mesa de altura regulable (normalmente sentados para evitar molestias musculares en las articulaciones de las piernas y la zona lumbar). Y por último se requiere un tercer operario encargado de montar el pallet.

Para hacer posible todo este proceso se han de seguir ciertos pasos que ayudan a optimizar en lo posible la producción:

1. Previo etiquetado de las cajas.
2. Previa preparación del pallet.
3. Encajado de los estuches.
4. Precintado de los estuches.

5. Paletización de los estuches.

El previo etiquetado de las cajas las realiza el operario encargado del montaje del pallet, que consiste en coger etiquetas EAN-128 y etiquetar todas las cajas posibles antes y durante del paletizado de las mismas, para así asegurar un número de cajas etiquetadas para los operarios encargados del encajado de los estuches.

La preparación del pallet consiste en ubicar un euro-pallet en la ubicación especificada delimitada por líneas amarillas en el suelo del área de producción. Para la preparación se precisa de un transpalet para levantar el euro-pallet del suelo a una altura adecuada para evitar lesiones y fatigas musculares en la zona lumbar sobretodo.

El encajado de los estuches, como se ha dicho anteriormente lo realizan dos operarios sentados alrededor de una mesa de altura ajustable y a la salida de la envolvedora. La tarea de los operarios consiste en formar las cajas mientras van saliendo los estuches de la envolvedora, y al mismo tiempo introduciendo el número de estuches indicado (según formato) en el interior de las cajas para ser precintadas.

El precintado de las cajas es posible realizarlo de dos maneras, manualmente o por medio de una precintadora automática, como por ejemplo una precintadora de la empresa *GLOBALPACK* modelo *P500A* (ver ficha técnica en anexos). Este tipo de precintadoras van dotas de bandas motorizadas por medio de unas correas de goma dentadas en los laterales de la precintadora, que ejercen una presión en la caja suficiente para conseguir arrastrarla y precintarla de una manera rápida, sencilla y efectiva.

Y por último se realiza la paletización de las cajas ya precintadas. A la salida de la precintadora se instala un sistema de transporte sencillo (normalmente de rodillos) sin motorizar para poder almacenar una media de cuatro o cinco cajas. El operario encargado de montar el pallet, tendrá que coger las cajas precintadas e ir las colocando en el pallet siguiendo un patrón de montaje, que ha sido pensado para optimizar el número de cajas posibles por cada piso.

Paralelamente a los tiempos de producción, también se ha de tener en cuenta los tiempos improductivos, como el descanso cada dos horas de los operarios de línea, pensado para que la jornada laboral no se haga demasiada repetitiva, o el cambio de formato del producto.

Paradójicamente resulta difícil creer que se hagan los cambios de formato más velozmente en una línea semiautomática que en una línea totalmente automatizada. En la línea semiautomática únicamente se ha de calibrar mínimamente la precintadora automática para garantizar un buen precintado en las cajas, y a parte se tendría que volver a etiquetar las cajas (operario encargado del pallet) para poder empezar el encajado antes de que el cambio sea efectuado en toda la línea. En cambio en una línea automatizada se han de realizar diferentes cambios en las calibraciones de la máquina, se pueden dividir en dos vías de actuación: piezas de formato y los ajustes y calibrados necesarios.

1. Piezas de formato:

- Ventosas y dispositivo de toma del pick-up.

- Tolva.
- Placa.
- Estratificador.
- Embudo.
- Empujador.
- Ventosas y dispositivo de toma del paletizador.

2. Ajustes y calibrados:

- Guías del pick-up (entrada de la encajadora).
- Altura y anchura de la máquina, mediante servos y se realiza automáticamente por la pantalla.
- Almacén de las cajas.
- Comprobar el sensor fotoeléctrico de volcado.
- Calibrar el detector de código de barras.
- Ajustar el pistón de mando formador de cajas una vez ajustado la altura y anchura de la máquina.
- Ajustar los separadores de las cajas del almacén de cartón.
- Y por último cambiar el programa de la máquina por la pantalla de control de la máquina.

Se realizará una aproximación en los tiempos teniendo en cuenta la paletización de 24 cajas en seis pisos de altura siguiendo el mismo patrón.

$$24 \text{ cajas} \cdot 6 \text{ pisos} = 144 \text{ cajas} \quad (2)$$

$$144 \text{ cajas} \cdot 12 \text{ estuches} = 1728 \text{ estuches} \quad (3)$$

En las ecuaciones anteriores se muestran las cajas y estuches totales pertenecientes a un pallet siguiendo el patrón de montaje del apartado 4.3.

Para la toma de datos de tiempo de la siguiente tabla, no se han tenido en cuenta los paros improductivos por cambio de cinta adhesiva de la precintadora, ni cambio de etiquetas en la etiquetadora ni productos rechazados.

OPERACIÓN	Línea SEMIAUTOMÁTICA	Línea AUTOMÁTICA
	tiempo en minutos	tiempo en minutos
Etiquetado de cajas	variable	
Preparación del pallet	variable	
Encajado de los estuches	0,15	
Paletización	0,17	
TOTAL	0,32	
TOTAL 24 CAJAS	7,61	2,4
TOTAL 144 CAJAS	45,65	14,4
CAMBIO DE FORMATO		
Ajustes y calibrados	1,5	15
Piezas de formato	0	10
TOTAL	1,5	25
TOTAL TIEMPO PRODUCCIÓN	47,15	39,4

Tabla 1. Tabla representativa de los tiempos de producción.

Los tiempos mostrados en la tabla anterior se han obtenido de una manera empírica, haciendo un muestreo y posteriormente hallando una media aritmética. En el resultado total obtenido se ha reflejado un cambio de formato para poder hacerse una idea de la rapidez del cambio en las líneas semiautomáticas frente a las automáticas, aún así las líneas automáticas con un cambio de formato entre medio de la producción presentan una mejora en tiempos de casi 8 minutos. Por lo contrario si dejamos a parte el cambio de formato, claramente se muestra una mejora importante en los tiempos de producción en las líneas automáticas de más de 30 minutos.

Se puede afirmar que es una buena opción el automatizar el encajado y paletizado en las líneas de envasado de colonias si las características de la empresa lo permiten.

Capítulo 6:

ÁREAS DE TRABAJO

En el presente capítulo se quiere dar a conocer una comparativa en las áreas de trabajo necesarias entre las líneas semiautomáticas y las líneas automáticas de producción.

En las líneas semiautomáticas se tendrán en cuenta las áreas ocupadas por los operarios de la línea, ya que no tienen una posición tan liberal como pueden tener los operarios en las líneas automáticas.

Para tener una cierta percepción del área ocupada por cada operario se han extraído los datos del *Centro Nacional de condiciones de Trabajo, documento realizado por el Laboratorio certificado ISO 9001:2008 por SGS acreditación UKAS y OAA*. Este documento trata sobre la principal función de la ergonomía de las máquinas y puestos de trabajo al hombre. Se estudian los siguientes factores:

- Dimensiones del puesto.
- Postura de trabajo.
- Exigencias del confort ambiental.

De este documento podemos llegar a aplicar un área de trabajo para cada operario partiendo del esquema siguiente, que muestra el arco horizontal de alcance del brazo y el área de trabajo necesaria sobre una mesa (cotas en mm).

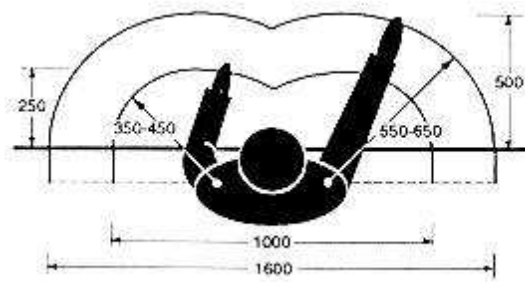


Fig. 42. Arco horizontal de alcance del brazo y área de trabajo sobre una mesa.

De la figura anterior se puede llegar a sacar un área aproximada del operario de línea.

$$1600mm \cdot 500mm = 800000mm^2 \quad (4)$$

Tomaremos el dato que el operario ocupa un área de trabajo de $0,8m^2$.

El área ocupada por la precintadora automática (según la ficha técnica del modelo P500A) es de $0,72m^2$. El área ocupada por el pallet y su respectivo transpalet es aproximadamente de $1m^2$. Por lo que respecta a la mesa de altura ajustable y la salida de la precintadora, podemos tomar como área aproximada de $1m^2$, ya que las salidas de las precintadoras suelen ser unas guías a rodillos extensibles.

El total de área de trabajo en las líneas semiautomáticas se puede saber de la siguiente forma:

$$0,8m^2 \cdot 3 \text{ operarios} = 2,4m^2 \quad (5)$$

$$2,4m^2 + 0,72m^2 + 1m^2 + 1m^2 = 5,12m^2 \quad (6)$$

Obtenemos un área de trabajo total de $5,12m^2$.

Para saber el área de trabajo en las líneas automáticas hallaremos las cotas necesarias en la ficha técnica de la máquina MCP 840, en que las cotas son cogidas de los datos facilitados por la empresa *Marchesini Group*.

$$6465,2mm \cdot 2510mm = 16227652mm^2 \quad (7)$$

Obtenemos un área de trabajo total de la MCP 840 de $16,23m^2$.

Una vez obtenido el valor de las áreas de trabajo de las líneas automáticas y semiautomáticas se puede hacer la valoración siguiente: dado la eficacia de

tener una línea de producción completamente automática va directamente relacionado con la gran superficie que se precisa para la instalación de la diferente maquinaria necesaria.

En este caso se puede comparar las áreas de los dos tipos de línea, y podemos concretar que para desenvolver las mismas tareas en la producción del bote de colonia, las líneas semiautomáticas ocupan un área tres veces menor al área necesaria para ubicar la MCP 840 de la línea automática.

Capítulo 7:

CONCLUSIONES

Parece increíble lo que se puede conseguir con los avances tecnológicos, cada vez se ven maquinarias impresionantes capaces de producir un gran número de productos a velocidades de vértigo. Puede ser que este concepto no tenga una aceptación común en el sector industrial, pero creo que la automatización es algo irremediable que sufrirán todas las empresas que quieran prosperar y crecer en el mercado.

Cuando una empresa se plantea abrir horizontes e intentar llegar a más público con sus productos, únicamente se puede conseguir con un aumento de producción de sus productos. Al querer ser más grandes necesitas todos los medios posibles que te brinda el mercado para poder llegar a conseguir números de producción elevados, y ese es el momento justo para plantarse una automatización de los posibles procesos automatizables existentes dentro de la empresa. Los medios posibles que te brinda el mercado pueden ser dos: el aumentar el número de operarios para así poder tener una producción más continua y elevada, o plantarte el hecho de automatizar procesos industriales, que para el operario serían repetitivos, rutinarios y costosos (físicamente hablando).

A fin de cuentas la maquinaria diseñada para automatizar procesos industriales se pueden considerar como extensiones de las extremidades humanas, es decir, que imitan los movimientos de los operarios por medio de manipuladores y robots capaces de realizar la misma acción que haría un operario pero de una manera más efectiva, rápida y precisa. Dicho esto se pueden sacar conclusiones comparativas entre un operario y todo el conjunto de manipuladores y robots capaces de imitar las tareas del operario en los diferentes procesos industriales. Los manipuladores y los robots no necesitan descansos ni vacaciones como los operarios, únicamente precisan de un correcto mantenimiento de todas sus partes para poder rendir de la forma esperada.

Hay que remarcar que una línea semiautomática, en espacio ocupa la mitad de superficie que una línea totalmente automatizada, pero análogamente tiene el doble de operarios en línea que una línea automática. El hecho de tener más operarios implica una serie de conceptos como son las rotaciones en los diferentes puntos de la línea de producción, con la finalidad de reducir la fatiga muscular y mental del operario al estar desempeñando la misma actividad durante un cierto periodo de tiempo, y otro concepto importante son los periodos de tiempo de descanso que realizan los operarios para desconectar de la rutina de las actividades realizadas durante el proceso de producción. Dicho descanso puede oscilar entre los diez y quince minutos de tiempo, lo que supone tiempo improductivo del operario a lo largo de su día laboral.

Después de haber expuesto las ideas anteriores, la relación más cercana referida al presente proyecto es la comparativa de tiempos echa en el quinto capítulo y la comparativa de áreas de trabajo en el sexto capítulo.

Al hacer el estudio de tiempos comparativos entre las líneas semiautomáticas y automáticas se ve con claridad, que las líneas automáticas pueden llegar a producir un 46% más que las líneas semiautomáticas. Si el porcentaje de mejora de la producción se mantiene durante un largo periodo de tiempo, la producción de la línea aumentará a un ritmo muy superior, consiguiendo así un amplio stock del producto y consiguiendo bajar los precios unitarios del producto pero manteniendo la calidad del mismo.

En la comparación de las áreas de trabajo se cambian un poco más los papeles, la forma más compacta es la de las líneas semiautomáticas frente a las automáticas, ya que la maquinaria exigida para poder hacer los procesos descritos en el cuarto y quinto capítulo es de dimensiones muy superiores. Teniendo en cuenta el espacio necesario por la maquinaria, puede crear un problema para las empresas que precisen de un automatizado en algunos de sus procesos industriales, pero que sean incapaces de proporcionar el área mínima exigida para la instalación de la nueva maquinaria. En una situación así se pueden barajar diferentes opciones, ya que puedes automatizar parcialmente el proceso industrial requerido (se crearía una línea de producción semiautomática) sin hacer modificaciones en el suelo disponible para ello, o buscar diferentes alternativas para aumentar el área disponible a fin de poder instalar la maquinaria necesaria para una correcta automatización.

El tema presupuestario no ha tenido lugar en el presente proyecto, y es uno de los factores clave para la posibilidad de automatizar cualquier proceso industrial dentro de la empresa. En la sociedad en la que estamos inmersos hoy en día se barajan todas las opciones necesarias para poder conseguir todo aquello que se desee a un precio ajustado a las posibilidades de la empresa. Automatizar procesos industriales requiere de una maquinaria específica, como se ha expuesto en el presente proyecto, una maquinaria capaz de encajar y paletizar envases de colonia en el menor tiempo y espacio posible ofreciendo una alta calidad, flexibilidad, ergonomía y eficiencia. Este tipo de maquinaria llega a amortizarse en un rango de unos años, dependiendo de la producción de cada línea, el porcentaje de amortización va directamente relacionado con el precio unitario final del producto. Al tener una gran producción el porcentaje se hace menor y se puede llegar a amortizar la inversión en cuestión pocos años e incluso meses. Antes de poder automatizar se ha de hacer un gran estudio económico de la empresa, para poder ver la viabilidad de la inversión en

maquinaria y también de manejar todas las opciones posibles para cada proceso de fabricación, valorar el sí o el no de la posible inversión, hacer un balance por si se puede ahorrar dicha inversión y se podría automatizar parcialmente el proceso y pasar a ser una línea semiautomática, en la que el papel del operario tendría más peso en la producción del producto.

Mi valoración personal frente a la automatización es muy positiva, y muy recomendable para poder incrementar la producción de la empresa y poder entrar de forma competitiva al mercado. Dada la gran competencia que existe entre las empresas por ofrecer una alta calidad y fiabilidad en los productos, la única manera posible de poder entrar en dicha competencia es ofertando productos a un bajo coste, gran calidad y con una buena fiabilidad de cara a los posibles clientes. La manera de conseguir un producto competitivo es automatizando los procesos de fabricación para tener una gran producción de alta calidad, y la automatización es la única vía por el momento capaz de proporcionarte todos los aspectos nombrados anteriormente. El hecho de automatizar el encajado y paletizado te garantiza un ritmo de producción elevado, y al ser el final de la línea de envasado de colonias, te da la posibilidad de invertir en mejoras para la fabricación del producto, teniendo la tranquilidad que no retrasará el ritmo de producción y conseguir así un gran stock del producto.

BIBLIOGRAFÍA

Libros de consulta.

Angulo Bahón, Cecilio y Raya Giner, Cristóbal. 2004. Tecnología de sistemas de control. Edicions UPC, 2004.

C. Kuo, Benjamín. Sistemas de Control Automático. Editorial: Pearson.

Mandado Pérez, Enrique y Mandado Rodríguez, Yago. Sistemas electrónicos digitales. Editorial: marcombo, ediciones técnicas.

Documentos y manuales.

Asea Brown Boveri, S.A. Robotics Division. Departamento de Formación. Servicio eléctrico IRC5.

Asea Brown Boveri, S.A. Robotics Division. Departamento de Formación. Manejo de robots IRC5 – Manual del alumno.

Marchesini Group. Documentos técnicos y manuales de usuario de la MCP 840.

Siemens S.A. Dpto. Formación PS. SIMATIC S7 – NIVEL I. Familia de Autómatas SIMATIC S7.

Páginas web.

www.abb.es

www.marchesinigroup.com

www.groninger.de

www.automation.datalogic.com

www.automation.siemens.com